

NR 2005:I

Ett produktionssystem under förändring

– ergonomisk och teknisk utvärdering

Steve Kihlberg,^{1} Helena Franzon,² Jan Fröberg,³ Göran M Hägg,³
Jan Johansson Hanse,⁴ Anders Kjellberg,⁵ Svend Erik Mathiassen,⁶
Per Medbo,⁷ Patrick Neumann^{8,9} och Jørgen Winkel^{8,9}*

1. Malmö högskola, Teknik och samhälle, 205 06 Malmö, 040-665 77 03
 2. Arbetsmiljöverket, Distriktet i Stockholm
 3. Arbetslivsinstitutet, Ergonomiprogrammet
 4. Göteborgs universitet, Psykologiska institutionen
 5. Högskolan i Gävle, Inomhusklimat
 6. Högskolan i Gävle, Belastningsskadecentrum
 7. Chalmers Tekniska Högskola, Avdelningen för logistik och transport
 8. Arbetslivsinstitutet Väst
 9. Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för designvetenskap
- * korresponderande författare

ARBETE OCH HÄLSA | VETENSKAPLIG SKRIFTSERIE

ISBN 91-7045-734-4 ISSN 0346-7821


Arbetslivsinstitutet

Arbete och Hälsa

Arbete och Hälsa är en av Arbetslivsinstitutets vetenskapliga skriftserier. Serien innehåller arbeten av såväl institutets egna medarbetare som andra forskare inom och utom landet. I Arbete och Hälsa publiceras vetenskapliga originalarbeten, doktorsavhandlingar, kriteriedokument och litteraturöversikter.

Arbete och Hälsa har en bred målgrupp och ser gärna artiklar inom skilda områden. Språket är i första hand engelska, men även svenska manus är välkomna.

Instruktioner och mall för utformning av manus finns att hämta på Arbetslivsinstitutets hemsida <http://www.arbetslivsinstitutet.se/>

Där finns också sammanfattningar på svenska och engelska samt rapporter i fulltext tillgängliga från och med 1997 års utgivning.

ARBETE OCH HÄLSA

Redaktör: Staffan Marklund
Redaktion: Marita Christmansson, Birgitta
Meding, Bo Melin och Ewa Wigaeus
Tornqvist

© Arbetslivsinstitutet & författare 2005
Arbetslivsinstitutet,
113 91 Stockholm

ISBN 91-7045-734-4
ISSN 0346-7821
<http://www.arbetslivsinstitutet.se/>
Tryckt hos Elanders Gotab, Stockholm

Förord

Föreliggande rapport redovisar resultaten av ett projekt som har genomförts inom ramprogrammet COPE ('Cooperative for Optimization of industrial production systems regarding Productivity and Ergonomics'). COPE var ett FoU-samarbete mellan Arbetslivsinstitutet i Stockholm (Produktionsergonomigruppen), Avdelningen för Logistik och Transport vid Chalmers Tekniska Högskola, Lindholmen Utveckling AB i Göteborg och Institutionen för yrkes- och miljömedicin/ "Change@Work" vid Lunds universitet och tekniska högskola. Verksamheten finansierades till större delen av ett särskilt anslag från Arbetslivsinstitutet under perioden 1996–2000. COPEs huvudsyfte var att utveckla metoder och handlingsplaner för socioteknisk optimering av industriella produktionssystem. Under slutet av perioden medverkade även andra forskargrupper från Arbetslivsinstitutet i Stockholm.

Föreliggande projekt initierades 1998 då ett företag inom elektronikbranschen kontaktade COPE. Företaget stod då inför en rationalisering av ett produktionsupplägg och man befarade att detta skulle kunna få oönskade ergonomiska konsekvenser och önskade hjälp med en socioteknisk optimering.

Vi vill rikta ett stort tack till de många personer inom företaget som har medverkat. Genom deras öppenhet lyckades vi tillsammans att genomföra projektet trots våldsamma förändringar inom Telecom-branschen.

Jörgen Winkel
Programledare, COPE
Arbetslivsinstitutet väst
Göteborg

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
2. Beskrivning av gamla och nya produktionssystemen	2
2.1 Allmänt	2
2.2 Det gamla systemets produktionsprocess	3
2.3 Det nya systemets produktionsprocess	5
3 Förändringsprocessen	7
3.1 Företagets organisering av förändringen	7
3.2 Arbetsorganisationsgruppens förslag till arbetsorganisation för det nya systemet	9
3.3 Slutgiltig arbetsorganisation	10
3.4 Utvärdering av förändringsprocessen	10
3.4.1 Metod	10
3.4.2 Resultat – Operatörernas perspektiv	11
3.4.3 Resultat – Ledningens perspektiv	13
3.5 Sammanfattande diskussion av förändringsprocessen	14
4 Metoder för utvärdering av produktionstekniska, belastningsergonomiska och psykosociala förhållanden i det gamla och det nya systemet	15
4.1 Analys av aktiviteter och arbetsställningar	15
4.2 VIDAR/PSIDAR	18
4.3 Arbetsplatsenkät	18
4.4 Arbetsuppgiftsenkät	21
5. Resultat av utvärderingen av de produktionstekniska, belastningsergonomiska och psykosociala förhållandena i det gamla och det nya systemet	22
5.1 Produktionsteknisk utvärdering	22
5.1.1 Arbetsstationsnivå	22
5.1.2 Systemnivå	24
5.2 Ergonomisk utvärdering	24
5.2.1 Arbetsstationsnivå	25
5.2.2 Systemnivå	29
5.3 Psykosocial utvärdering	30
5.3.1 Arbetsstationsnivå	30
5.3.2 Systemnivå	31
5.3.3 Intervjuresultat rörande det nya systemet	33
6 Diskussion	33
Förändringsprocessen	36
7 Slutsatser och rekommendationer	38
8 Sammanfattning	39
9 Summary	40
10 Referenser	41
11. Bilaga	45

1. Inledning

Inom ramarna för FoU-nätverket COPE¹ (Winkel m fl, 1999) utvecklades och utvärderades olika metoder för att beskriva och förklara industriella system och i viss mån förutsäga effekterna av systemförändringar på dem som arbetar i systemet. COPEs utvecklingsarbete drevs således med målsättningen att finna metoder som leder fram till beslutsunderlag inför förändringar. Detta innebar att metoderna också skulle vara användbara för praktiker i ett löpande förändringsarbete vid utveckling av nya produktionssystem. Metoderna var tänkta att samlas i en ”verktygslåda” som skulle kunna ingå i företagets instrumentpark för produktionsplanering. Metoderna avsåg i första hand integrerad analys och bedömning av produktivitet och ergonomi.

Ett elektronikföretag i Sverige, som tillverkade utrustning till Telecom-branschen, hade en ambition att genomföra en integrerad utveckling av ett av sina produktionsavsnitt där man samtidigt önskade beakta produktivitet och ergonomi. Företaget hade en tradition, som de var stolta över, att ta hänsyn till belastningsergonomi för att undvika belastningsskador och annan ohälsa. Den ergonomiska arbetsplatsutformningen och arbetsorganisationsfrågorna var därför en prioriterad del i utvecklingen av det nya produktionssystemet. Företaget hade en färdig organisation för förändringsarbetet baserad på olika projektgrupper. I projektgrupperna fanns deltagare från olika kategorier av anställda, produktionstekniker, arbetsledare, operatörer etc.

Bakgrunden för förändringsarbetet var krav på ökad produktionsvolym, sänkta produktionskostnader och kortare genomloppstid. Planerna växte fram under 1998 med fokus på automatisering av delar av kretskortsproduktionen.

Företagsledningen ansåg det viktigt att personalen som skulle bemanna linan redan från början skulle känna delaktighet och eget ansvar, dels för att den planerade investeringen skulle ge en så bra ekonomisk avkastning som möjligt, dels för att den skulle bli lyckad ur arbetsmiljösynpunkt.

Företagsledningen hade farhågor för att det nya upplägget skulle kunna medföra risk för ergonomiska problem orsakade av ökad ensidighet när rörliga arbetsuppgifter av typen materialhantering och materialtransport skulle försvinna eller drastiskt minska. Detta på grund av att hanteringen skulle ersättas av mekaniska transportörer. Av dessa skäl ansågs det viktigt att den kunskap som var tillgänglig utnyttjades för att försöka åstadkomma ett optimalt upplägg ur ekonomisk, ergonomisk och psykosocial synpunkt. Behovet förstärktes av vetskapen att detta projekt endast var ett första steg i en utveckling mot allt högre grad av automatisering även på de övriga produktionsavsnitten. De erfarenheter och de kunskaper som kunde vinnas i detta första projekt bedömdes vara av stort värde eftersom denna produktionslinje var den första av flera produktionslinjer i företagets utvecklingsarbete inom de övriga produktionsavsnitten. Mot denna

¹ COPE = Co-operative for Optimization of industrial production systems regarding Productivity and Ergonomics, som till viss del ingick i change@work-nätverket i Lund (c@w).

bakgrund sökte företaget samarbete med COPE-nätverket och ett projekt startades.

Forskarna i COPE lärde ut ett antal metoder för mätning och bedömning av ergonomiska och tekniska aspekter till företaget. Företaget skulle sedan använda några av dessa metoder för att utveckla det nya produktionsavsnittet. Projektgrupperna var motiverade att själva lära sig att använda nya metoder för att kunna förutsäga den ergonomiska belastningen av det nya produktionssystemet. Initiativet backades i detta stadium upp av ledningen.

Syftet med detta projekt var att studera:

- förändringsarbetet och hur det upplevdes av operatörer och ledning,
- relationen mellan planerad och genomförd förändring,
- förändringens konsekvenser vad beträffar tekniska och ergonomiska faktorer.

2. Beskrivning av gamla och nya produktionssystemen

2.1 Allmänt

Det studerade företaget utgör ett typiskt exempel på ett tillverkande företag inom elektronikbranschen, både med avseende på produkt och på process. Företaget tillverkar produkter där huvudkomponenten utgörs av kretskort. I forskningsprojektet studerades en begränsad del av företagets produktionssystem. I den studerade delen utfördes den avslutande tillverkningen av kretskorten till en viss produktfamilj samt monteringen av kretskorten i slutprodukten. Den del av kretskortstillverkningen som inte studerades var den så kallade ytmonteringen av små komponenter. Denna tillverkning, som utfördes i en angränsande avdelning, hade hög grad av automatisering och omfattades inte av förändringsprojektet.

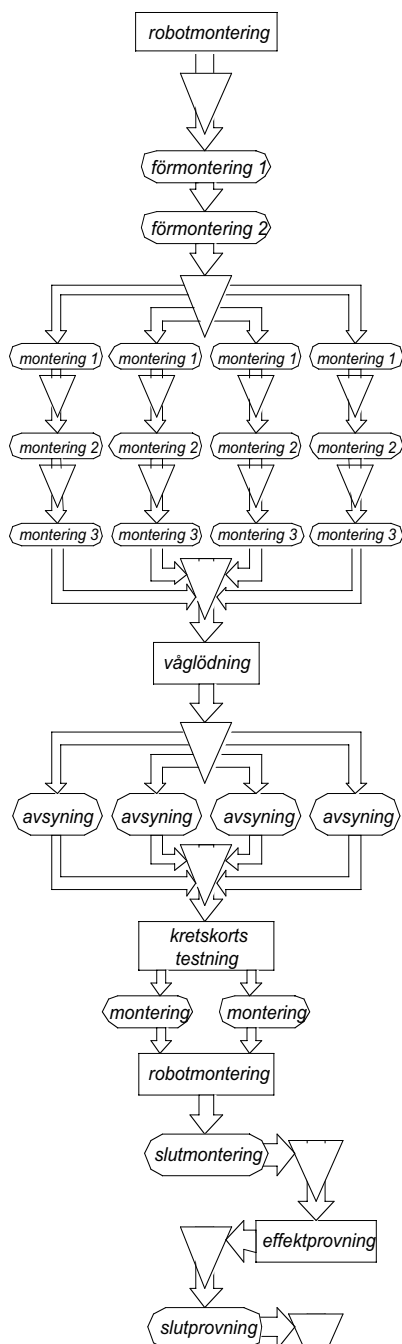
Den studerade delen av produktionssystemet före, respektive efter förändringen benämns i texten *det gamla produktionssystemet* och *det nya produktionssystemet*.

Produktionssystemets utformning karakteriserades, speciellt före förändringen, av låg automatiseringsgrad, mycket manuell materialhantering och funktionellt grupperade processteg.

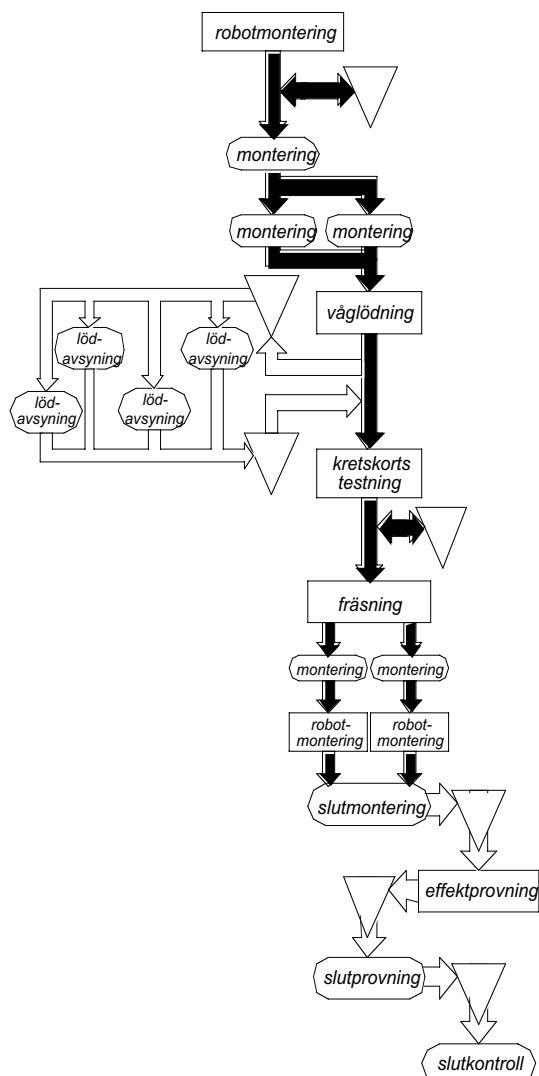
Produktionen i det gamla systemet bedrevs i huvudsak i en avdelning i form av ett tvåskift med vardera 13 operatörer och ett dagskift med 33 operatörer. Arbetsledaren arbetade dagtid och under sena eftermiddagsskiftet var en av operatörerna ansvarig. Två av processtegen för att producera produkten låg i två närliggande avdelningar med totalt 80 anställda. Mellan processtegen förekom omfattande mellanlagring av produkter, dvs det var mycket produkter i arbete i systemet vilket resulterade i långa genomloppstider. Ytmonteringen av kretskorten sköttes på en tredje avdelning, som inte deltog i denna studie.

I det nya systemet var samtliga processteg samlade i en avdelning, med totalt 60 anställda. Ytmonteringen av kretskorten utfördes av en underleverantör.

Gammalt system



Nytt system



Symbolförklaring

	manuell operation		manuell transport av kretskortsbatcher
	automatiserad operation		automatiserad transport av enskilda kretskort

Figur 1. Schematisk figur över produktflödet i det gamla och nya produktionssystemet. Figurens avsikt är att visa på skillnaderna i de två systemen med avseende på ingående processteg, produkternas flödesvägar och de olika mellanlagren i systemet.

2.2 Det gamla systemets produktionsprocess

Det gamla systemet bestod av 15 processteg: robotmontering (udda komponent), förmontering 1 och 2, montering 1, montering 2, montering 3, våglödning

(maskinell lödning), lödavsugning, kretskortstestning, montering före robot, robotmontering, slutmontering, RSS (effektprovning), slutprovning och slutkontroll (figur 1).

Kretskorten kom till udda komponent roboten från ytmonteringen i speciella rackar som placerats på vagnar. Dessa rackar placerades i roboten som därefter förde korten genom maskinen och monterade komponenter på korten. I slutet av maskinen placerade roboten korten åter i rackarna, som ställdes i vagnarna och placerades i ett mellanlager.

Från mellanlagret fördes korten till stationerna för förarbete. Vid förmontering 1 delades korten i två kretskort och placerades i ett mellanlager. Från mellanlagret tog operatören vid förmontering 2 korten och monterade nätkontakten och placerade korten i ett ställ. När stället var fullt placerade operatören stället i en vagn som placerades i ett mellanlager när den blivit full.

Operatören på monteringsstation 1 (se ”montering 1” i figur 1) hämtade en vagn från detta mellanlager till sin station varvid operatören tog ett kort och monterade sedan manuellt sina sju komponenter (figur 2).



Figur 2. Manuell montering i det gamla systemet med mellanlagring i vagnar hos varje montör.

Operatören vid montering 2 upprepade sedan en likartad procedur som operatörerna på montering 1. Operatören vid montering 3 hämtade först en vagn med fyra lödramar, därefter placerade operatören en ram på bordet och placerade kortet i ramen och monterade sina 17 komponenter. När operatören monterat de fyra ramarna transporterades vagnen till kön till våglödningsmaskinen (se ”våglöd

ning” i figur 1). Sedan hämtade operatören en ny vagn med fyra lödramar och upprepade proceduren.

För samtliga operatörer gällde att när deras lager av komponenter på monteringsbordet var slut fick de gå och hämta nya från ett speciellt ”Paternoster”-lager.

Våglödningsmaskinen tillhörde en annan avdelning och sköttes av en operatör från den avdelningen. När lödningen var klar placerade maskinen korten i racken som operatören sedan lyfte över på vagnen, som sedan kördes till en mellanlagrings- och avsnalningsstation.

Efter att korten svalnat fördes de till en ytterligare mellanlagring innan avsyning. Avsyningen var manuell där operatören kunde göra enkla reparationsarbeten på korten om så behövdes. De avsynade korten placerades i lådor i en mellanlagringsstation.

Kretskortstestningen sköttes av en operatör. Färdigtestade kort lades sedan i lådor för transport till nästa station.

Nästa station var en manuell montering före robotmontering (se figur 1). Här monterades korten in i sin låda med kylfläns. I roboten monterades ytterligare några komponenter samt utfördes en del testning.

Efter roboten slutmonterades produkten och placerades i vagn för väntan på effektuttagsprov. Detta prov gick till så att ett antal produkter placeras in i provutrustningen och effekt togs ut efter ett visst förprogrammerat schema. De produkter som klarade provet fördes sedan på vagnar till slutprovningen. De övriga fördes till reparation.

Vid slutprovningen gjordes den slutliga funktionsprovningen av produkten. De som klarade sig placerades i vagnar för senare transport till slutkontroll (se figur 1).

Vid slutkontrollen gjordes en visuell avsyning av produktens yttre. Vid godkännande placerades sedan produkten i lådor för transport till kund.

På alla manuella monteringsstationer placerades kortet rakt framför montören. Lådorna med komponenter stod i en solfjäderform runt kortet (figur 3a).

2.3 Det nya systemets produktionsprocess

Det nya systemet bestod av totalt 13 processteg, där 10 arbetsmoment var sammanbundna med mekaniska transportörer (se figur 1). Därefter följde tre arbetsmoment där transport mellan stationerna skedde manuellt med vagnar.

Kretskortet kom till udda komponentroboten (se ”robotmontering” i figur 1) från ytmonteringen, antingen den egna eller från ett annat företag. Operatörerna placerade korten i speciella rackar, som placerades i robotens början. I slutet av roboten förde en mekanisk transportör kortet till en stoppunkt före monteringen eller till ett mellanlager.

Operatören på montering 1 tryckte fram ett nytt kort manuellt när han eller hon var klar med föregående kort. Sedan monterades 10 komponenter på kortet. När det var klart startade montören transportören med en knapptryckning. Kortet

fördes då till en växel, där det kunde transporteras till en av de två parallella monteringsstationerna.

Vid monteringsstation 2 monterades 15 komponenter på kortet. Därefter transporterades kortet med hjälp av den mekaniska transportören automatiskt genom våglödningsmaskinen (se figur 1). Från våglödningsmaskinen transporterades kortet genom en avsvalningsdel till ett mellanlager.

Från detta mellanlager tog operatörerna på de fyra parallella avsyningsstationerna kortet för visuell avsyning av lödningarna. När avsyningen var klar placerades åter kortet på den mekaniska transportören.

Efter avsyning gick kortet genom en automatisk kretskorttestning. De kort som klarade testet transporterades vidare till fräsmaskinen (se "fräsning" i figur 1), medan de som inte klarade testet fördes ut på en reparationsbana.

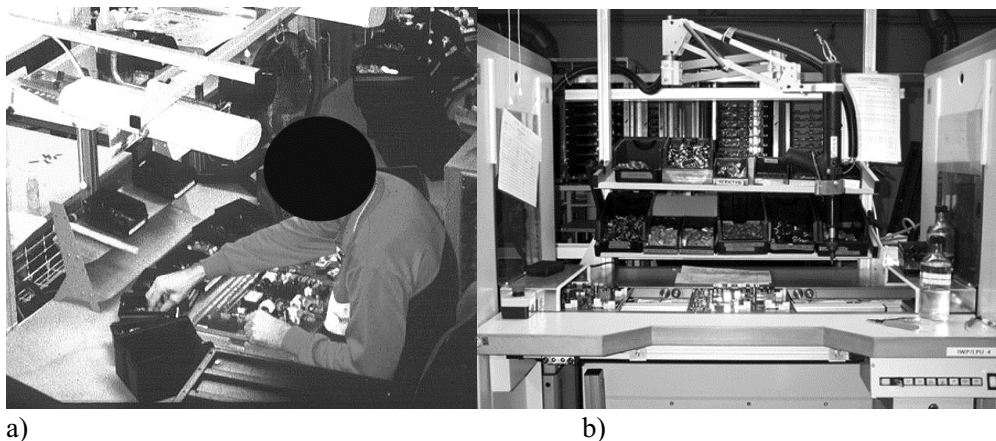
I fräsmaskinen delades kortet i två delar och transporterades ut till ett litet mellanlager innan nästa station.

Vid nästa station, monteringsstation före robot, tog operatören från de två parallella stationerna kortet från mellanlagret och monterade in dessa i en låda av metall, för att sedan placera den på transportören in till en av de två robotarna (se "robotmontering" i figur 1).

I roboten monterades de sista komponenterna och där utfördes också en del tester. De som klarade testerna fördes ut på det ena bandet från roboten och de som inte klarade testet fördes ut på det andra bandet.

De fyra sista stationerna (slutmontering, effektprovning, slutprovning och slutkontroll) var oförändrade jämfört med det gamla systemet.

De manuella monteringsstationerna var höj- och sänkbara, från sittande till stående. Komponenterna som operatören monterade på kortet förvarades i lådor i två rader bortom den mekaniska transportören (figur 3b). Påfyllningen av komponenter utfördes under dagtid av en anställd, dvs under dagtid behövde inte monterarna gå iväg och fylla på komponenter själva.



Figur 3. De manuella monteringsstationerna: a) det gamla systemet b) det nya systemet.

3 Förändringsprocessen

3.1 Företagets organisering av förändringen

Företagsledningens målsättning med förändringen var att:

- uppnå en specificerad produktionskapacitet (ca 140 000 enheter per år) med goda möjligheter till ytterligare höjning av kapaciteten
- minska operationstiden med 20 procent
- minska ledtiden från 3,4 dagar till mindre än 24 timmar
- reducera värdet av produkter i arbete med 30 procent
- öka produktens kvalitet så att bl.a. avsyningen minskas med 80 procent

Berörd personal skulle i hög grad vara delaktig i utformningen och uppbyggnaden av produktionssystemet inklusive arbetsorganisationen.

Tabell 1. De viktigaste händelserna i projektet i kronologisk ordning.

Månad	År	Aktivitet	Utförare av aktivitet
Augusti	1998	Företaget kontaktar COPE	
Oktober	1998	Kontraktet signeras	Företaget+COPE
November	1998	Utbildning av företagsrepresentanter i metoder för utvärdering av psykosocial och mekanisk exponering	COPE
December	1998	Datainsamling: Videoinspelning och enkät	Företaget+COPE
Januari	1999	Datainsamling: Kompletterande inspelningar av arbetsstationer	Företaget
Jan-Mars	1999	Analys av aktiviteter och arbetsställningar	COPE
		Analys av frågeformulär och den interaktiva video metoden	Företaget
Mars	1999	Presentation för projektgrupperna av ett förslag till arbetsorganisation	Företaget
Maj	1999	Arbetsorganisationsgruppens förslag till arbetsorganisation presenteras för företaget	Företaget
April/Maj	1999	Rekrytering av personal till den nya linan startas	Företaget
Juli	1999	Den implementerade arbetsorganisationen presenterades	
Oktober	1999	Nya linan tas i drift	
Mars	2000	Företaget säljs	
April - Maj	2000	Datainsamling: Intervjuer om interventionsprocess	COPE
		Datainsamling: arbetsstationsenkäten, första mätningen	Företaget+COPE
Juni	2000	Datainsamling: videoinspelning och frågeformulär (psykosocial) på arbetsstationsnivå	Företaget+COPE
		Resultat redovisning av arbetsuppgiftsenkäten (första mätningen) till alla deltagarna	COPE
September	2000	Datainsamling: Enkät och videoinspelning av den nya linan	Företaget+COPE
		Dataanalysen av den nya linan startades	COPE
		Datainsamling: arbetsuppgiftsenkäten, andra mätningen	Företaget
		Resultatredovisning av arbetsuppgiftsenkäten (andra mätningen) till mindre personalgrupper	COPE

Mot denna bakgrund sökte företaget samarbete med nätverket COPE .

Företaget hade redan etablerat en projektledningsgrupp och en arbetsorganisationsgrupp för att genomföra sitt förändringsarbete.

Projektledningsgruppen bestod av projektledare, produktionschef, produktions-tekniker och testingenjör. Projektgruppens storlek varierade något under projektets gång. Gruppen var ansvarig för upphandling och kravspecifikation till maskinleverantörerna. Ett huvudkrav var att den maskinella tillverkningslinan skulle producera likvärdiga produkter i ett snabbare flöde och med möjlighet att oftare byta produkter jämfört med manuell montering. Gruppen skulle även utforma själva produktionssystemet.

I arbetsorganisationsgruppen ingick arbetsledare, operatörer, fackligt ombud och kompetens- och verksamhetsutvecklare samt skyddsingenjören och personalchefen som hade ett konsultliknande uppdrag. Ordföranden i arbetsorganisationsgruppen deltog också i projektledningsgruppen.

Arbetsorganisationsgruppen hade i uppgift att utforma en arbetsorganisation för det nya systemet, kartlägga behoven av kompetensutveckling och teknisk support och utreda inom vilka områden ett specifikt utpekat ansvar behövdes. Gruppen skulle formulera funktionsbeskrivningar för ansvarsområdena, ange lämplig tid för ansvarsuppgift och bedöma vilka operatörer som var lämpliga att vara ansvariga för olika områden. Gruppen diskuterade hur rapportering skulle ske till medarbetarna och andra avdelningar och hur man kontinuerligt skulle kunna organisera arbetet för att få flexibilitet, effektivitet, produktivitet och trivsel. En särskild fråga var vilken arbetsrotation som skulle skapas för att uppnå bästa fysiska och psykiska arbetsmiljö och därmed minska riskerna för ohälsa. En ambition var att meningsmotsättningar skulle uppmärksammas i tid och att alla skulle respektera ingångna överenskommelser. Det ansågs viktigt att den nya organisationen var målstyrd.

Arbetsorganisationsgruppen hade också följande specifika områden för sitt arbete:

- Erhålla och behålla motiverad personal.
- Kompetenskrav / utbildning för berörd personal.
- Bemanning.
- Hur organisera arbetet för att undvika olämpliga belastningar.
- Arbetstider.
- Arbetsledning.

Arbetsorganisationsgruppen önskade samarbeta med COPE vad gällde metoder att dokumentera och följa ergonomiska villkor i produktionen. Man kom överens om att COPE skulle lära ut och träna arbetsorganisationsgruppen i ett urval av metoder för bedömning och analys av produktionssystemens ergonomiska och tekniska prestanda. De metoder som lärdes ut var:

- Inspelningsteknik för video.
- Enkätteknik.

- Videobaserad metod (VIDAR/PSIDAR) för identifiering av sk ”kritiska” arbetsmoment med avseende på belastningsergonomiska och psykosociala aspekter.
- Videobaserad metod för mätning och bedömning av operatörernas aktiviteter.
- Videobaserad metod för mätning och bedömning av operatörernas arbetsställningar.

Utbildningen genomfördes under tre dagar i november 1998 (tabell 1). Efter genomförd utbildning utvärderade företaget vilka av metoderna de ansåg lämpliga i relation till deras förändringsarbete. Den utvärdering som gjordes baserade sig på vilka data de ansåg sig behöva, men också på de resurser och den tid de hade till förfogande. Det slutliga valet föll på videobaserad metod för identifiering av kritiska arbetsmoment (VIDAR/PSIDAR) samt enkätmetodik. Schemat för videofilmning lades upp av COPE. Det praktiska arbetet med själva filmningen delades mellan företaget och COPE.

Videofilmningen och enkätstudien genomfördes under december månad 1998 (tabell 1). Viss kompletteringsfilmning gjordes under januari 1999. Företaget genomförde tillsammans med företagshälsovården, förutom de ovan nämnda metoderna också en ergonomisk arbetsplatsbedömning med en metod företaget självt utvecklat.

Företaget genomförde sina analyser av enkäten och kritiska arbetsmoment under januari till mars 1999. För att få en täckande bild av den psykosociala miljön tog företaget på eget initiativ kontakt med COPE och i samarbete utvecklades en mycket kort enkät, som lades ut vid varje arbetsstation under några dagar.

3.2 Arbetsorganisationsgruppens förslag till arbetsorganisation för det nya systemet

Arbetsorganisationsgruppen utarbetade i mars 1999 ett förslag till arbetsorganisation för den nya linan med utgångspunkt av resultaten från enkäten, företagets egna belastningsergonomiska bedömning och resultaten från den videobaserade metoden att bestämma kritiska arbetsmoment. Samtliga arbetsuppgifter delades in i tre grupper: hög, mellan, respektive låg risk för att erhålla belastningsskador. Operatörerna skulle rotera mellan dessa arbetsuppgifter. Förslaget innebar också att samtliga operatörer skulle beredas möjligheter att lära sig samtliga arbetsuppgifter. Efter ytterligare arbete presenterade gruppen sitt slutgiltiga förslag i maj 1999.

I förslaget skulle arbetsrotation finnas för driften, daglig service och enklare rutiner. Efter genomförd intern personalrekrytering skulle alla erbjudas kompetensutveckling utifrån individens intresse. De operatörer som fick fördjupad kompetens skulle dela med sig av sina kunskaper till sina kollegor. Organisationen skulle bygga på stor delaktighet. En av hörnstenarna i förslaget var att organisationen skulle främja den sociala gemenskapen och därmed innebära en

positiv utveckling för alla operatörer. Det betonades också att det behövdes en rimlig inkörningsperiod, ett schema för arbetsrotation och lönekomensation för kompetensutveckling. Förslaget mottogs mycket väl av projektledningsgruppen. Det utkom en skriftlig information om dessa visioner inför personalrekryteringen och de redovisades på informationsträffar för personalen.

Förslaget innebar att operatörerna inom respektive skift delades upp i fyra operatörsgrupper med fyra till fem personer i varje grupp. Varje grupp skulle ha ansvaret för tre arbetsuppgifter under två dagar för att sedan byta till tre andra arbetsuppgifter. Den enskilda gruppen skulle själv besluta om en intern arbetsfördelning och rotation. Grupsammansättningen skulle slumpas ca en gång per månad för att förhindra att ”grupperingar” av operatörer skulle uppstå.

3.3 Slutgiltig arbetsorganisation

Bemanningen av den nya linan skulle ske genom att operatörer inom företaget aktivt sökte till den nya avdelningen. Rekryteringen började i april/maj 1999.

Efter att förslaget hade utarbetats utsågs en ny arbetsledare som inte deltagit i gruppens arbete från början och detta kom att innebära ändringar och nya förutsättningar för arbetsorganisationen.

I oktober 1999, flera månader försenad, kom den nya linan igång. Förseningarna berodde bland annat på leverantörsproblem. Under mars 2000 fick företaget ökad orderingång och prognos på kommande volymökning. Företaget var osäkert på hur stor volymökningen skulle bli och fick även tekniska problemen med linan. Den manuella monteringen blev betydligt mer omfattande än vad man förutsåg. Arbetsorganisationsgruppen förslag om fast anställd personal togs därför inte fullt ut. I augusti 2000 var ca en fjärdedel av personalen på avdelningen inhyrd och dessa hade utbildning att utföra ca hälften av arbetsuppgifterna. Antalet inhyrda operatörer kunde variera från vecka till vecka beroende på produktionsvolym. Högt produktionstryck innebar att kompetensutveckling av personal blev svårare att genomföra. Den föreslagna arbetsorganisationen var därför inte möjlig att praktisera. Operatörerna arbetade istället en dag per arbetsstation för att dagen efter byta till en annan, som deras kompetens tillät.

Under november 2000 fortsatte volymökningen vilket innebar att företaget införde fem-skift och rekryterade fler tillsvidare- och visstidsanställda. De inhyrda operatörerna erbjöds anställning på företaget och i december 2000 hade den inhyrda personalen reducerats till sju av de ca 100 personerna på avdelningen.

3.4 Utvärdering av förändringsprocessen

3.4.1 Metod

För att utvärdera förändringsprocessen användes halvstrukturerade enskilda intervjuer med 35 operatörer och med 17 personer från företagsledning, arbetsledare, projektledare, personalledning och produktionstekniker. Intervjuerna ägde rum efter det att produktionen påbörjats i nya systemet. Intervjuerna med operatörerna

tog 45-90 minuter och gjordes i ett enskilt rum i anslutning till arbetsplatsen. Övriga intervjuer tog 1-2 timmar och skedde på den intervjuades kontor.

Av 35 operatörer var 15 nya på avdelningen, sju av de nya var internt rekryterade och åtta var inhyrda från ett bemanningsföretag. Av de 20 operatörer som deltagit i förändringen var fyra inhyrda från samma bemanningsföretag. Av de 35 operatörerna var 20 män och 15 kvinnor.

Av de 17 personerna i ledande ställning som intervjuades hade åtta deltagit i projektledningsgruppen (projektledaren, tre avdelningschefer, tre produktions-tekniker och stf. platschefen). Övriga var arbetsledare (december 2000) samt de åtta som deltagit i arbetsorganisationsgruppen (tre operatörer, arbetsledare, kompetens och verksamhetsutvecklaren, huvudskyddsombudet, skyddsingenjören och personalchefen).

De 35 operatörerna fyllde också i en enkät vid intervjutillfället om olika arbetsförhållanden som förändringsbenägenhet, socialt stöd, beteendeeffekter och arbetsorganisation. Enkätdata analyserades i en gruppjämförelse mellan de 20 som deltagit i förändringen från manuell till maskinell montering och de 15 som var nyanställda på avdelningen.

Inför intervjuerna utarbetades två manualer, en för operatörsintervjuer och en för dem som deltagit i projektgrupperna eller var medlemmar i företagsledningen. Manualerna var en vägledning över teman som samtalen borde täcka av och inte något som till punkt och pricka måste följas. Dessa teman var för operatörsintervjuerna, fysisk arbetsmiljö, egenkontroll och bundenhet, yrkesstolthet och handlingsaspekter, förhållningssätt, socialt stöd, förändringarna, samarbete och kommunikation. I intervjuerna med ledningen för projektet och företaget var teman kommunikation och information, legitimitet och arbetsorganisation, insikt och engagemang, reflektion samt syfte och mål. Valet av temaområden bygger dels på i litteraturen beskrivna framgångsfaktorer för förändringsarbete, såsom information och kommunikation, delaktighet och motivation (t ex Björk, 1991, Norrgren, 1995, Aronsson m fl, 1995), dels på erfarenheter av tidigare liknande undersökningar (Bildt m fl, 1999). I samtalssituationen eftersträvades lyhördhet för tankar, nya idéer och uppfattningar som fördjupar förståelsen för de uppställda områdena i intervjumanualen. Valen av teman vid de olika intervjuerna överlappar och kompletterar varandra.

Minnesanteckningar gjordes under och direkt efter intervjuerna och strukturerades efter intervjuerna. Vid analysen av intervjumaterialet har samstämmiga och motstridiga uttalanden identifierats och systematiserats (Kvale, 1997).

Resultaten av dessa intervjuer redovisas i följande två avsnitt. De resultat som direkt berör det nya systemet redovisas i kapitel 5.

3.4.2 Resultat – Operatörernas perspektiv

Av de som deltog i förändringsprocessen, var 70 procent positiva till förändringarna och av de nya (dvs de som inte deltagit i den här förändringsprocessen) var hela 86 procent positiva till förändringarna.

Det framkom att inställningen till förändringar var av betydelse för inställningen till det nya systemet (se kapitel 5). De som hade en positiv attityd till förändringar var mer positiva till det nya. De inhyrda från bemanningsföretaget var mer positiva än de som jobbade fast på företaget.

Besvikelsen över att det inte hade blivit något av vad som hade uppfattats som löften var tydlig. Dessa utställda löften ansågs allmänt vara möjligheter till individuell kompetensutveckling, maskinövervakning och kompensation för monotont arbete genom arbetsrotation och arbetsutvidgning. Fördelningen mellan inhyrd och egen personal var ytterligare ett sådant löfte som inte uppfyllts. På linan var avsikten enligt förslaget om ny arbetsorganisation att inhyrd personal skulle utgöra bara en liten del av personalstyrkan vid hög produktion.

En övervägande majoritet ansåg att företagsledningen inte lyssnat tillräckligt på operatörernas synpunkter. "Top-down"-styrningen var tydlig. Företaget var vid intervjutillfället medvetet om detta och ett åtgärdsprogram var igångsatt. Fabriksledningen kritiserades för bristande intresse av operatörernas erfarenhet och förslag. Tydligt var att flera undergrupper hade startat med olika utgångspunkter. Där fanns tendenser till grupperingar mellan inhyrd personal och fast personal, mellan erfarna operatörer och mindre erfarna och denna begynnande uppdelning försvårade en grupp-dynamisk process.

Några var starkt kritiska till oklarheterna hur arbetsrotationen skulle fungera. Det fanns också kritiska åsikter att den interna rekryteringen inte tagit hänsyn till viljan och förmågan hos de enskilda operatörerna att dela med sig av sina kunskaper för gruppens bästa. Man upplevde det som att medarbetarna bevakade sina egna revir.

Flera operatörer upplevde frustration över de driftsstörningar som varit vanliga sedan starten. Operatörerna var lika stressade när linan stod still som när produktionen var i gång och arbetstempot högt uppdrivet. En utbredd åsikt var att flera av problemen hängde samman med brister inom arbetsorganisationen som varit under ständig omvandling sedan avdelningen startade. Att introducera ett helt nytt arbetssätt under en för kort tid riskerar att utveckla stress och rädslor för negativa hälsoeffekter på längre sikt. De flesta var dock allmänt positiva till förändringar. Operatörerna hade själv sökt sig till linan och ville inte ge upp för tidigt. Lojalitet med arbetskamrater och företag var stark. Nära hälften av de erfarna operatörerna uppgav dock att de allvarligt övervägde att byta till någon annan manuell monteringsavdelning. Riskerna för kvalitetssänkning och slarv påpekades av flertalet.

Majoriteten ansåg att flera misstag hade begåtts under förändringsprocessen. Dessa misstag var att introduktionen varit för kort, tiden med parallella system, ungefär två veckor, hade varit för kort. Bristande dokumentation och information om tekniska fel gjorde att samma felsökning återupprepades. Man var generellt mycket kritisk mot bristen på information från företaget. Informationen hade inte fungerat under förändringsprocessen.

Man hade haft flera tillfälliga arbetsledare under flera månader. Detta hade inneburit kortsiktiga lösningar och arbetsorganisationen var ständigt i förändring. Vid intervjutillfället var ett åtgärdsprogram under genomförande med personal-

ökning, informationsrutiner med fokus på operatörerna för att förekomma eventuella avhopp, nu när de tekniska driftsproblemen förväntades bli lösta inom en snar framtid.

Sammantaget var behovet av arbetsledning, bättre information och individuell kompetensutveckling det genomgående temat i intervjuerna.

3.4.3 Resultat – Ledningens perspektiv

Delprojektgruppen för arbetsorganisation var mycket engagerad och gruppens förslag beskrevs i en informationsskrift inför den interna personalrekryteringen. Deltagarna i gruppen såväl som medarbetarna som sökte sig till det nya systemet uppfattade skriften som en handlingsplan och löften om hur arbetet vid den maskinella monteringen skulle komma att utformas.

Omstruktureringen till maskinell linemontering var ett pilotprojekt inför framtiden då man antog att en större del av produktionen skulle komma att övergå från manuell till maskinell montering i linebaserade koncept.

Fabriken hade en tradition, som man var stolt över och ville behålla, att vara ”up to date” inom belastningsergonomin för att undvika belastningsskador och annan ohälsa och den ergonomiska arbetsplatsutformningen var därför en prioriterad del av den nya linan. Man ville undvika fysisk och mental ensidighet med ergonomiska lösningar och arbetsrotation. Företaget ville satsa på ett modernt arbetssätt med maskinell montering och inte stigmatisera arbetsuppgifterna som förknippade med ett löpande band.

Tiden för att skapa en ny arbetsorganisation beräknades av arbetsorganisationsgruppen till 1-2 år. Grundtanken var en lag- eller grupporganisation med en produktionsledare som avdelningschef och en huvudansvarig operatör för varje skift.

Arbetsorganisationsgruppens förslag till arbetsorganisation lämnades över till den nyutnämnda arbetsledaren. Denne ville ha en organisation som byggdes upp gradvis med medarbetare som uttryckte intresse för teknisk kompetensutveckling för att minimera risken att personalstyrkan blev för stor. Tidsramarna sprack dock och igångsättandet försenades, vilket innebar att organisationen blev för liten. Då gick det inte att locka över operatörer som avvisats vid första rekryteringen. Urvalet av operatörer hade också blivit socialt mindre lyckat. Det fanns brist på socialt stöd och arbetsgemenskap. Andra störande moment var att den ordinarie personalen ständigt måste lära upp nya inhyrda medarbetare och att organisationen var instabil med nya tillfälliga medarbetare för kortare eller längre perioder.

Projektledningsgruppen förberedde upphandlingen av maskinell utrustning och gjorde en kartläggning av vad som var ekonomisk möjligt avseende bland annat bra belastningsergonomiska lösningar. Projektledningsgruppen representerade ett traditionellt teknokratiskt top-down synsätt vid omstruktureringar men vid detta tillfälle ville företaget göra en omorganisation med fler infallsvinklar och andra frågeställningar än endast tekniska och ekonomiska. Därför prövade man det nya upplägget med en delprojektgrupp, som specifikt studerade arbetsorganisationen, i

vilken representerar för operatörer, facket och personalavdelningen ingick. Därför kom också forskningsprogrammet COPE och Arbetslivsinstitutet att tillfrågas om att studera förändringen. Upplägget skulle tjäna som ett typexempel inför kommande förändrings- och omorganisationer.

Ett flertal faktorer hade bidragit till en negativ bild av nya systemet. Bilden präglades av t ex höga krav, bristande befogenheter, otydliga mål, oklara arbetsinstruktioner, icke infriade löften, ständigt nya tillfälliga arbetsledare, för hög andel inhyrd personal, för liten arbetsrotation samt brist på information. Resultatet blev minskad motivation, upplevelse av att vara lurad, konflikter, hög personalomsättning, minskad effektivitet och risker för stress och ohälsa.

3.5 Sammanfattande diskussion av förändringsprocessen

Det ingick i COPEs åtaganden att lära ut ett antal metoder för mätning och bedömning av ergonomiska och tekniska prestanda av produktionssystem till företaget. Företaget skulle sedan välja några av dessa metoder och utföra mätningar och bedömningar själva. COPE skulle å sin sida vara diskussionspartners och hjälpa till vid vissa bedömningar.

Företagets representanter ansåg sig endast ha resurser för att använda två av de fem presenterade metoderna. I denna studie anammade företaget en enkätbaserad metod och en interaktiv videobaserad metod för bestämning av speciellt belastande situationer. Företaget valde utöver de metoder som COPE presenterat att använda sin egen utvecklade metod för den belastningsergonomiska bedömningen. En jämförelse mellan företagets och COPEs bedömning visade god överensstämmelse (endast för två stationer var bedömningarna i viss mån disparata) (Mathiassen & Winkel, 2000).

COPE-gruppen hade intentioner om att i samarbete med företagets tekniker förutsäga belastningen i det nya systemet med utgångspunkt i simulerade tidsdata. Simuleringarna skulle i sin tur bygga på relevanta produktionstekniska data för den gamla produktionen. Vissa data fanns, men var svåra att få ett samlat grepp om. De var samlade på olika håll inom företaget och hade dessutom olika tidbaser som var svåra att jämföra. Förutsägelsen på system- eller arbetsnivå kunde därför inte göras. Med utgångspunkt från bedömningar av enskilda arbetsstationer presenterade arbetsorganisationsgruppen sitt förslag till arbetsorganisation. Förslaget presenterades i en folder och på informationsträffar vid rekryteringen av personal till den nya avdelningen.

När linan väl kom igång genomfördes dock aldrig organisationsplanen av flera skäl. Ett var nya direktiv om anställningsformerna från en högre nivå inom företaget. Ett annat var den volymökning som företaget fick. I och med denna volymökning fanns det inte tid till kompetensutveckling utan produktionsmålet prioriterades i första hand. Ett tredje var de tekniska problem som fördröjde starten av linan. Detta innebar att tiden från start till full produktion blev för kort. Därigenom blev det omöjligt att uppnå målen utan att frångå den av arbetsorganisationsgruppen föreslagna arbetsorganisationen. För många av operatörerna hade

den föreslagna arbetsorganisationen med möjligheter till kompetensutveckling varit en avgörande orsak till att man sökt sig till linan.

Företagets högsta prioritering var att hålla leveranserna. För att säkerställa detta tvingades ledningen att öka personalstyrkan med inhyrd personal från ett bemanningsföretag. De tekniska svårigheterna gjorde att linan drabbades av driftstopp som måste kompenseras med utökad skiftgång. Informationen som givits inför den interna personalrekryteringen stämde ganska dåligt med hur arbetet faktiskt blev. Det var ingen eller mycket låg aktivitet i utbildningsinsatserna, inhyrda medarbetare bidrog till upplevelsen att det var en hög personalomsättning. Den inhyrda personalen fick en kort introduktion i arbetet för att därefter direkt sättas in vid de enklaste arbetsuppgifterna vid linan. Detta stämde ganska dåligt med visionerna om kompetensutveckling och arbetsrotation. Flera av operatörerna blev besvikna och sökte sig tillbaka till sina tidigare arbetsplatser. För att förhindra fler avhopp tillsatte personalavdelningen en extern personalkonsult för att utreda problemen.

4 Metoder för utvärdering av produktionstekniska, belastningsergonomiska och psykosociala förhållanden i det gamla och det nya systemet

Perfekta utvärderingsmetoder som samtidigt ger produktionsteknisk och ergonomisk information saknas i dag. De i rapporten använda metoderna utgjorde därför en kompromiss speciellt avseende krav på resurssnålhet. Den mest informativa informationen uppnåddes med metoder som enbart forskarna hanterade därför att de var tidskrävande (tidsanalyser baserade på video).

I tabell 2 visas de olika delstudierna och antalet deltagare i varje delstudie.

Tabell 2. Antalet deltagare i de olika delstudierna.

	98/99	maj-00	sept-00
Videofilmning	13		27
VIDAR/PSIDAR	13		
Aktivitetsanalys	13		9
Ergonomisk analys	13		9
Arbetsplatsenkät	110		47
Arbetsuppgiftsenkät		23	43

4.1 Analys av aktiviteter och arbetsställningar

De tekniska aktivitetsanalyserna och de ergonomiska analyserna av arbetsställningarna utgick från samma empiriska data, nämligen de inspelade videofilmerna.

Metoden som användes vid filmningen av det gamla produktionssystemet byggde på ett slumpmässigt val av operatörer och av tidpunkten för när filmningen skulle påbörjas (Kihlberg m fl, 2000). Kravet som fanns var att filmtiden skulle rymmas inom operatörens ordinarie skift. De resurser som företaget och forskarna kunde lägga på den här delen av projektet begränsade den totala

inspelningstiden till 30 timmar. En begränsning till tre timmars inspelning per operatör gjordes utifrån uppgifterna att det förekom viss arbetsrotation.

För det nya systemet filmades arbetet på de olika stationerna i linan under ca 30 minuter. Fyra till fem operatörer på varje arbetsstation filmades. Denna ändring gjordes på grund av att operatörerna inte roterade mellan arbetsstationer under arbetsdagen, utan arbetade på samma station under hela skiftet för att byta station till nästa skift. De tre oförändrade stationerna efter linan filmades också ca 30 minuter.

Deltagare. Vid filmningen (1998-1999) av det gamla systemet deltog 13 montörer och inspelningstiden var i tio fall två timmar och 50 minuter och i tre fall två timmar och 25 minuter. Vid filmningen av det nya systemet deltog 27 montörer och inspelningstiden per montör var 30 minuter.

Båda analyserna använde en metod, där man med en dator styrde videobandspelaren och med ett program, utvecklat av materialhanteringsgruppen vid Chalmers Tekniska högskola, kunde mäta tiden för de olika aktiviteterna operatörerna utförde (Engström & Medbo, 1997).

Syftet med analysen var tvåfaldig. Den skulle dels utgöra en bas för att bedöma produktionssystemets tekniska och ergonomiska prestanda, dels ge ett tidsmässigt underlag för att bestämma ergonomiska belastningsprofiler. Här beskrivs grunderna för analyserna.

Aktivitetsanalysen byggde på en kombination av direkt observation och videoteknik (Engström & Medbo, 1997). Metoden omfattar flera steg:

1. Datainsamling med hjälp av videoteknik, konventionell VHS-utrustning.
2. Framtagning av en fallspecifik *aktivitetskategorisering*. Aktivitetskategoriseringen beskriver när de olika aktiviteter som skall registreras börjar respektive slutar. Det är aktivitetskategoriseringen som utgör det egentliga *mätinstrumentet* i metoden. Aktivitetskategoriseringens utformning varierar med analysens syfte och vilken typ av produktionssystem (och arbete) som analyseras.
3. Analys av videofilmen utifrån aktivitetskategoriseringen. Den tekniska utrustning som används var en videobandspelare som är synkroniserad till en persondator. Analysen utförs manuellt med hjälp av ett för ändamålet utvecklad analysprogram i persondatorn. Analysprogrammet erbjuder möjligheten att definiera ”tryckknappar” som placeras ut på bildskärmen, analysen utförs genom att man observerar uppspelningen av videofilmen samt ”klickar” på de olika aktivitetsknapparna när respektive aktivitet slutar (figur 4).

Tidsmedelvärdena för de olika aktiviteterna beräknas och kan tillsammans med produktions- och arbetstidsdata användas till att beräkna den andel av den totala arbetstiden respektive aktivitet utgör, till exempel hur stor andel av arbetstiden som ägnas åt manuell montering av komponenter på kretskort eller manuella transporter.

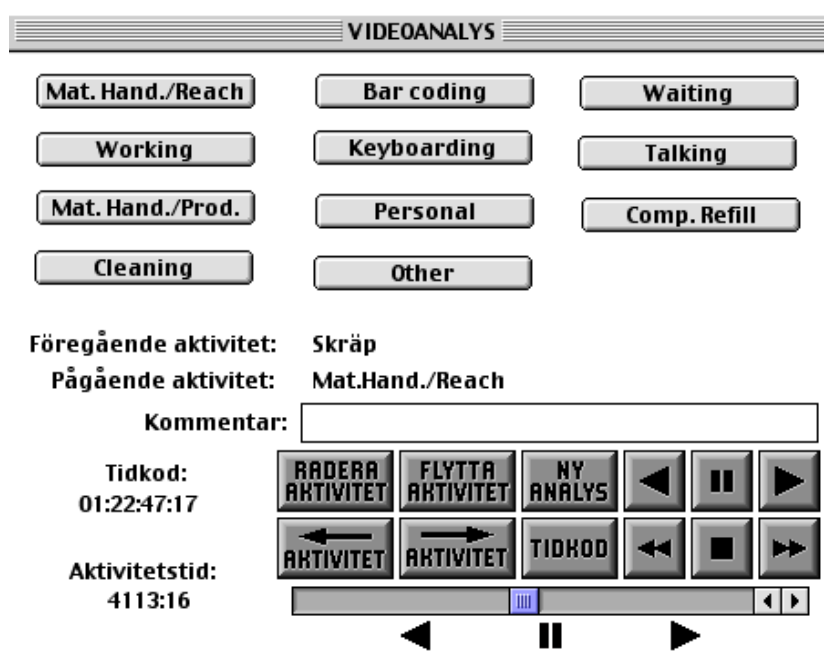
De redovisade resultaten från det nya systemet är medianvärden av de 4-5 operatörernas olika aktiviteter eller nacke-, arm- eller ryggflexions andel av den

totala arbetstiden vid de två manuella monteringsstationerna i flödets början. Detta innebär att summan av andelarna inte uppgår till 100 procent.

Kategorisering för analys av arbetsställningen beskriver när huvudets, ryggens och armarnas lutning under arbetet överskred 30 grader från en referenslinje (figur 5). Ett antal vinklar har föreslagits i litteraturen för bedömning av skaderisken (Juul-Kristensen m fl, 1997). 30-graders-gränsen som användes i denna studie var baserad på bland annat de arbetsställningar som förekom. Beräkningar av den tid av totala arbetstiden armarnas (höger, vänster eller båda), huvudets eller ryggens flexion översteg 30 grader gjordes både på arbetsstations- och aktivitetsnivå.

Filmningen gjordes inte rakt från sidan utan snett bakifrån eller framifrån, beroende på arbetsstationernas fysiska utformning och lämpligaste placering av videokameran. Detta gjordes för att inte behöva göra några fysiska förändringar av arbetsstationerna som skulle göra att de ergonomiska förutsättningarna avvek från normala förhållanden under videoinspelningarna.

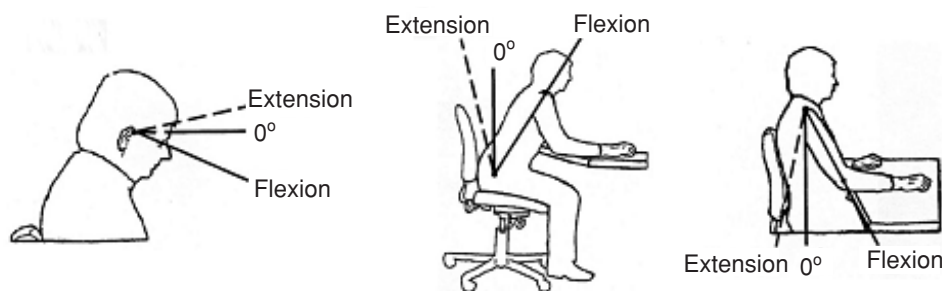
Filmning snett från sidan har visat sig ge god reliabilitet (Neumann m fl, 2001). Chaikumarn (2001) visade en god inom-observatör reliabilitet för de i denna rapport inspelade filmerna i hennes masteruppsats.



Figur 4. Exempel på hur analysprogrammets kontrollfönster kan se ut på persondatorns bildskärm. Exemplet är hämtat från den aktuella studien.

Resultatet utvärderades med hjälp av Arbetarskyddsstyrelsens föreskrift "Belastningsergonomi" (Arbetarskyddsstyrelsen författningssamlingar, 1998). Utvärderingen gjordes dels på aktivitetsnivå och dels på en övergripande arbetsstationsnivå. Arbetsställning och variation i arbetet utvärderades för varje aktivitet som ingick i arbetsuppgifterna på stationen. Bedömningen av de enskilda aktiviteterna, både arbetsställning och variation, slogs sedan samman till en helhetsbedömning

av arbetsstationen med utgångspunkt från den andel av arbetstiden varje aktivitet upptog.



Figur 5. Definitioner av vinkelmätningarna (Hansson Risberg m fl, 2001).

4.2 VIDAR/PSIDAR

Deltagare. Samma 13 montörer som videofilmades i det gamla systemet deltog i denna utvärdering.

Metod. VIDAR (Video- och Datorbaserad ARbetsanalys) är en analysmetod där operatören gör en bedömning av påfrestande eller ogynnsamma arbetssituationer i sitt arbete (Kadefors & Forsman, 2000). Operatören gör detta när han/hon tittar på sig själv på videofilm. När operatören ser sig själv i en fysiskt påfrestande arbetssituation stannar han/hon videofilmen och markerar på en kroppsfigur var på kroppen som obehaget upplevs. Därefter skattas grad av obehag för den valda kroppsdelens utifrån en tiogradig skala, sk kategori-kvotskala (CR10-skala) (Borg, 1982). PSIDAR (PsykoSocial vIdeo och Datorbaserad ARbetsanalys) är en modul tillhörande VIDAR där operatören gör en bedömning av ogynnsamma psykosociala situationer i sitt arbete (Johansson Hanse & Forsman, 2001). Generellt baseras PSIDAR på tidigare forskning kring stress (Karasek, 1979) och mental belastning (Kjellberg m fl, 2000) i arbetslivet. När operatören ser sig själv i en ogynnsam psykosocial arbetssituation stannar han/hon videofilmen och ett fönster med frågor öppnas. Frågeområdena är arbetstempo/krav, stress, irritation och påverkansmöjligheter. Som slutprodukt har man en databas av belastande situationer och/eller ogynnsamma psykosociala situationer sparade med bilder och kommentarer samt data som karakteriserar det filmade arbetet (t ex datum, klockslag, arbetsplatsidentifikation, tekniska karakteristika för mättillfället).

4.3 Arbetsplatsenkät

Deltagare. Vid datainsamling 1 (1998) svarade 110 anställda på enkäten, varav 60 var kvinnor och 48 var män (två uppgav inte sitt kön). Av dessa 110 arbetade 59 stycken 2-skift, 45 arbetade dagtid och två arbetade natt (fyra uppgav ej arbetstid). Av dessa arbetade 44 på den direkt berörda avdelningen. Övriga arbetade på angränsade delvis berörda avdelningar. Svarsfrekvensen var 79 procent. Vid datainsamling 2 (2000) svarade 47 på enkäten, varav nio var inhyrda från ett

bemanningsföretag (en besvarade inte frågan om anställningsform). Samtliga arbetade på den nya linan. Av de inhyrda var tre kvinnor och sex män. Av de egna anställda var 10 kvinnor och 27 män. Svarsfrekvensen var 78 procent. Alla 47 arbetade treskift.

Enkäten. Enkäten omfattade cirka 100 frågor och bestod i huvudsak av generella och väl beprövade frågor, men även av frågor för att belysa företagsspecifika förhållanden. Framtagning av företagsspecifika frågor gjordes i samarbete med arbetsorganisationsgruppen.

Följande huvudområden ingick i enkäten: bakgrundsdata, psykosocial arbetsmiljö och upplevd stress, arbetsinnehåll, arbetslag, produktionsmål, besvär i rörelseorganen samt tilläggsfrågor och öppna frågor om arbetet.

Psykosocial arbetsmiljö och upplevd stress. Två väl beprövade formulär användes för att belysa den generella psykosociala arbetsmiljön. Dels användes en kortversion av ett formulär som benämns "Psykologisk arbetsmiljökartläggning" (PAK) som är framtaget av Rubenowitz (Rubenowitz, 1987; 1991). PAK har tidigare använts i flera studier inom industrin (Engström m fl, 1995; Johansson m fl, 1993; Johansson & Nonås, 1994; Johansson & Rubenowitz, 1994), vilket möjliggör generella jämförelser med andra industriföretag och produktionssystem. PAK avser att belysa förhållanden på en arbetsplats med avseende på fem huvudfaktorer som har stor betydelse för det psykosociala arbetsmiljöklimatet. De fem faktorerna är: egenkontroll i arbetet, arbetsledningsklimat, stimulans från själva arbetet, arbetsgemenskap och arbetsbelastning. Varje faktor i PAK mättes i denna studie med tre-fyra frågor. Varje fråga hade fem fasta svarsalternativ, som gavs ett värde från ett till fem. Alfa-koefficienter (Cronbach, 1990) har beräknats för de fem faktorerna (baserat på exakt samma variabler som i de två produktionssystemen) i ett referensmaterial bestående av 450 kollektivanställda arbetare från drygt tio industriföretag. Alfakoefficienten är ett mått på reliabilitet (intern homogenitet). Faktorerna, med Cronbach alfa-koefficienter för referensmaterialet varierade mellan 0,71–0,79 (Johansson & Rubenowitz, 1994).

** Egenkontroll i arbetet*

Tre frågor: Vilka möjligheter man hade att själv bestämma arbetstakten, hur man skulle utföra sitt arbete samt påverka fördelningen av arbetsuppgifterna.

** Arbetsledningsklimat*

Tre frågor: Kontakten och samarbetet med sin närmast överordnade, i vilken utsträckning man tyckte att närmast överordnade fäste avseende vid synpunkter samt hur nöjd man var med den mängd information om arbetet man fick av sin närmast överordnade.

* Stimulans från själva arbetet

Tre frågor: Hur pass intressant och stimulerande man ansåg sitt arbete vara, om man beskrev sitt arbete som omväxlande (bestående av många olika arbetsuppgifter) eller enformigt samt vilka känslor man hade inför sitt arbete när man var på väg dit.

* Arbetsgemenskap

Tre frågor: Trivseln med närmaste arbetskamrater, om man tillhörde ett trivsamt arbetslag som arbetade bra ihop samt om man diskuterade meningsmotsättningar som kunde dyka upp på arbetsplatsen.

* Arbetsbelastning

Fyra frågor: I vilken utsträckning man kände sig jäktad i arbetet, vad man ansåg om sin arbetsbelastning, möjligheter att ta en paus när man kände sig stressad samt om man tyckte att arbetet var psykiskt påfrestande.

Det andra formuläret kring psykosocial arbetsmiljö är framtaget av Theorell och medarbetare (1991) och är en omarbetning av det internationellt kända formuläret Job Content Questionnaire (JCQ) (Karasek & Theorell, 1990). Formuläret inkluderar tre fundamentala faktorer: handlingsutrymme, psykiska krav och socialt stöd. Variablerna var oftast på faktornivå, dvs fler än fem skalsteg, med approximativa intervallgenskaper (Karasek & Theorell, 1990; Rubenowitz, 1991; Theorell m fl, 1991).

Upplevd stress utvärderades med "Stress/energi- formuläret" (Kjellberg & Iwanowski, 1989). Formuläret omfattar två faktorer: stress och energi. Varje faktor inrymmer sex adjektiv (hälften negativt och hälften positivt värderande) med sexgradiga skalor (0-5, från "inte alls" till "mycket, mycket"). Faktorvärdena erhålls som medelvärdet av skattningarna för de ingående adjektiven. Den upplevda neutralpunkten i Stress-skalan ("varken stressad eller lugn") ligger i genomsnitt vid skalvärdet 2,4, och motsvarande punkt i Energi-skalan är 2,7. En gruppindelning kan göras utifrån de fyra kombinationerna av låga och höga värden i de två faktorerna: *Slutkörda* (hög stress - låg energi), *Engagerade under press* (hög stress - hög energi), *Uttråkade* (låg stress - låg energi) och *Engagerade utan press* (låg stress - hög energi).

Besvär i rörelseorganen. I studien användes ett formulär som är utvecklat av en nordisk expertgrupp med stöd av Nordiska Ministerrådet (Kuorinka m fl, 1987). Frågorna var av typen "Har du haft besvär (smärta, värk, obehag) någon gång under de senaste 3 månaderna i ..." följt av en uppräkningslista av nio kroppsdelar från nacke till fotled/fot. Varje variabel hade två fasta svarsalternativ ("ja" eller "nej"). I det ursprungliga nordiska frågeformuläret var besvärperioden tolv månader. Frågorna kring besvär i rörelseorganen kompletteras med förtydliganden om hur ofta man hade besvär, om man hade besvär före anställningen på företaget, om

man ansåg att besvären hade samband med arbetsuppgifterna på företaget (Dickinson m fl, 1992).

4.4 Arbetsuppgiftsenkät

För att få ett enkelt och snabbt screeningsinstrument bestämde man sig på företaget för att använda en pappersversion av samma frågor som fanns i PSIDAR-metoden. Med detta gjordes bedömningar av arbetsstationerna som helhet och inte av enskilda ogynnsamma situationer i arbetet på stationen. Avsikten med dessa skattningar var att erhålla en övergripande arbetspsykologisk bedömning på arbetsstationsnivå.

Data samlades in i denna praktikerutvecklade metod genom att en företagsrepresentant valde ut ett antal anställda som besvarade frågorna i samband med att man arbetade på en viss arbetsstation.

Detta praktikerinitiativ gav i sin tur uppslag bland forskarna att börja utveckla en arbetsuppgiftsenkät. Den version som användes och beskrivs här (Bilaga 1) avviker på några punkter från den slutgiltiga version som togs fram efter studien (Kjellberg & Franzon, 2002). Metoden är tänkt att fungera som ett screeningsinstrument för att identifiera de arbetsuppgifter som innebär negativ belastning för personalen, och dessutom att vara till hjälp vid identifiering av orsaker till, och åtgärder mot den negativa belastningen. Arbetsuppgiftsenkäten besvarades i samband med att man arbetade på en viss arbetsstation. De tio arbetsstationer som bedömdes var: udda komponent robot, första montering, andra montering, lödmaskin, avsyning, slutkontroll, slutprov, inbränning, burkning och fjäderrobot. Enkäten besvarades vid två tillfällen, under maj och i september år 2000. Enkäten låg ute vid arbetsstationerna under undersökningsperioderna, och en av operatörerna ansvarade för att denna procedur fungerade. En sammanställning av resultaten från det första tillfället presenterades för personalgruppen i juni. Vid detta tillfälle delades också arbetsmaterial ut för diskussion om orsaker och åtgärder. I det fortsatta arbetet deltog ingen forskare. Resultaten från andra tillfället presenterades och diskuterades med en mindre grupp operatörer och arbetsledaren.

Deltagare. All personal som någon gång under undersökningsperioden arbetade på stationen fyllde i enkäten.

I maj 2000 deltog 23 och i september 2000 deltog 43 personer. Sammanlagt insamlades det 126 enkäter i maj och 348 enkäter i september.

Enkäten. I enkäten gjordes bedömningar av hur tillfredsställande arbetsstationen var vad gällde möjligheten att variera arbetsställningar och rörelser, arbetstempo, handlingsutrymme, arbetsinnehåll, fysiska arbetsmiljöfaktorer och en helhetsbedömning av arbetsuppgiften. Dessutom skattades grad av irritation orsakat av "krångel" med komponenterna/produkten och verktyg/maskiner. Alla dessa bedömningar gjordes på visuella analoga skalor. Obehag och påfrestning i olika kroppsdelar rapporterades genom markeringar på en teckning av fram- och baksidan av en kropp.

5. Resultat av utvärderingen av de produktionstekniska, belastningsergonomiska och psykosociala förhållandena i det gamla och det nya systemet

5.1 Produktionsteknisk utvärdering

5.1.1 Arbetsstationsnivå

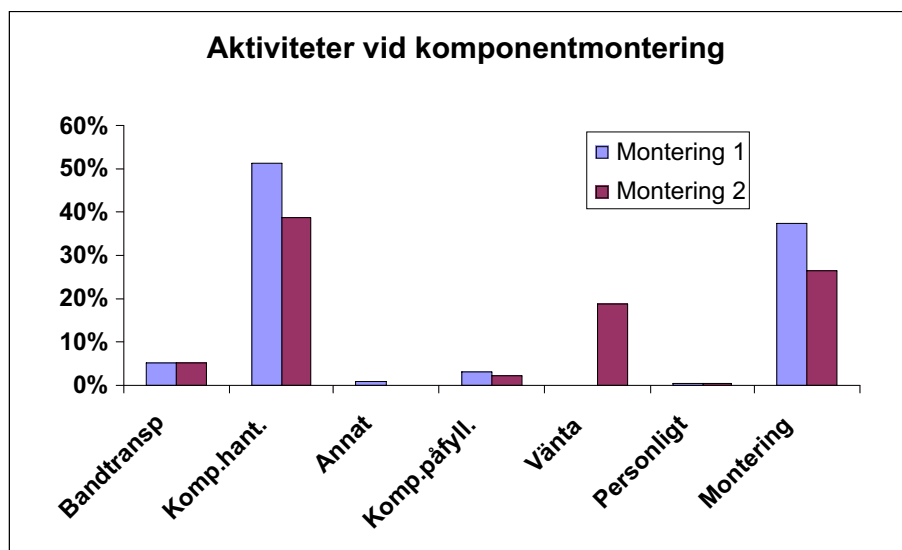
I det gamla systemet förekom materialhantering relativt ofta; ända upp till 41 procent av arbetstiden för förmontering (tabell 3). Hos de undersökta monteringsstationerna förekom komponentmontering mellan 51 procent och 72 procent av arbetstiden. Högsta andelen materialhantering i det gamla systemet förekom vid montering 3, före våglödningen. Den höga andelen väntan, 57 procent, som förekom vid burkningen uppkom till följd av robotproblem på stationen före. Övervakning var störst för slutprovningen, 80 procent, och våglödningen, 58 procent.

Tabell 3. Aktivitetsuppdelning i procent av arbetstiden för de ingående momenten i de studerade arbetsstationerna i det gamla systemet.

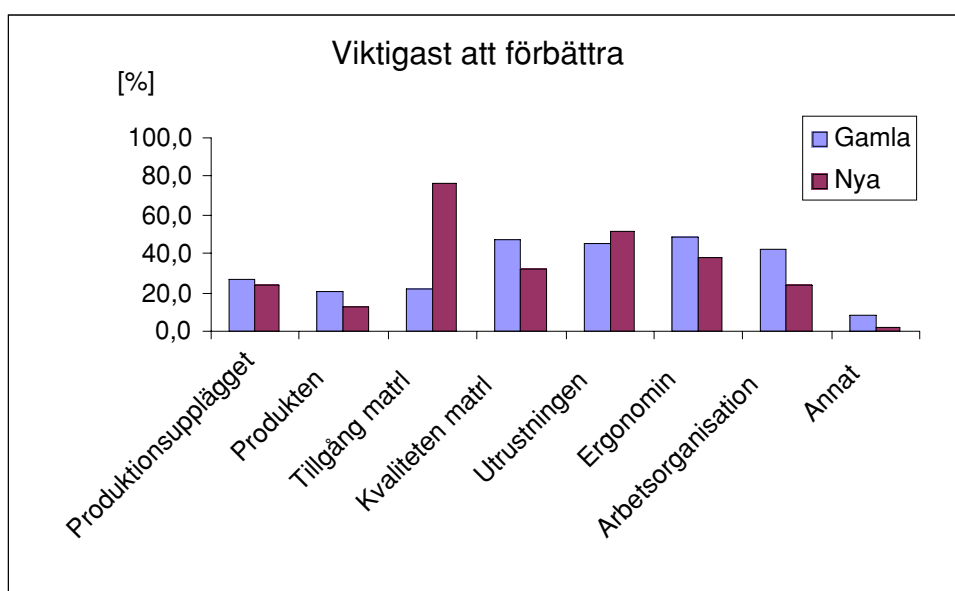
Station	ak1	ak2	ak3	ak4	ak5	ak6	ak7	ak8	ak9	ak10	ak11	ak12
Udda komp.		2	4	12	47	30	1		4			
Förmont.	51	41									8	
Mont 1	58	10		31							1	
Mont3	72	21	7									
Våglöd	2	15	9		3	58	8					5
Avsyn		6	4					85			5	
ICT		36				33		11	12		8	
Mont f R	57	24	5	7						6	1	
Burkning		4						3	19	57	17	
RSS		26	8						66			
Slutprov		18	2			80						
Slutkontroll		23	40					37				
Förrådspåfyll.			8	55							37	
ak1=komponentmontering		ak2=materialhantering				ak3=materialtransport				ak4=materialpåfyllning		
ak5=reparation/underhåll		ak6=övervakning				ak7=processarbete				ak8=avsyning		
ak9=montering		ak10=vänta				ak11=övrigt				ak12=arbetar annan station		

I figur 6 visas aktivitetsuppdelningen för de två manuella monteringsstationerna i början av den nya linan. Här förekom i stort sett endast hantering och montering av komponenter. På station montering 2 fick operatören vänta på kort i 19 procent av tiden på grund av att de inte levererades från montering 1, sk "starving".

Bristen på komponenter visade sig också i enkätsvaren på frågan "Vad tycker du är viktigast att förbättra?". 77 procent angav tillgången på material för det nya systemet. Motsvarande värde för det gamla systemet var 22 procent (figur 7). Femtioen procent ansåg att utrustningen var viktig att förbättra i det nya systemet och 46 procent i det gamla systemet. När det gäller ergonomin ansåg 38 procent att den borde förbättras i det nya systemet medan 48 procent ansåg detta i det gamla systemet, dvs. en minskning med 10 procent för det nya systemet.



Figur 6. De olika aktiviteternas fördelning över tid vid montering i den nya linan. Medianvärdet för fyra operatörer på station 1 och fem på station 2.



Figur 7. Svarsfrekvensen på frågan vad tycker du är viktigast att förbättra redovisas för det gamla och nya systemet. Operatörerna kunde ange flera alternativ samt rangordna dessa.

Operatörerna kunde ange flera alternativ, men ombads då att rangordna dessa. Vissa operatörer angav endast ett svar medan andra kryssade i samtliga svar och rangordnade dessa från 1-8. Utav de 77 procent som angav att det var viktigast att förbättra tillgången på material hade 40 procent rangordnat det som viktigast och 21 procent som näst viktigaste punkten.

5.1.2 Systemnivå

Produktionsvolymen ökade i det nya systemet, men även variationen i produktion mellan månader ökade (tabell 4). Det totala antalet arbetstimmar ökade med ca 200 timmar. Ledtiden minskade kraftigt i det nya systemet jämfört med det gamla.

Den manuella monteringen minskade från 48 till 26 komponenter per produkt medan robotmonteringen ökade motsvarande från 12 till 34 komponenter. Detta gjorde att arbetstiden per produkt minskade med sju minuter. Totalt minskade den manuella monterings tiden från 16 procent till 10 procent av den totala arbetstiden. Transporttiden minskade från 11 procent till 4 procent på grund av conveyer – systemet.

Robotövervakningen ökade i det nya systemet, medan kvalitetsarbetet var oförändrat, trots ambitionen om reduktion i projektet med 80 procent. Varje enskilt kort avsynades fortfarande manuellt i det nya systemet.

Tabell 4. Jämförelse mellan några prestationsindikatorer för det gamla och det nya systemet på system, produkt- och arbetskraftnivå från (Neumann m fl, 2002).

Prestationsindikator	Källa	Gamla	Nya
<i>Systemnivå</i>			
Produktionsvolym (9 veckor)	Dokument	19600	29551
Produktionsvariabilitet (%CV per månads medelvärde)	Dokument	6%	16%
Arbetstimmar (totala arbetstiden under 9 veckor)	Dokument	11366	13725
Produkter i arbete	Intervju		minskade
Kvalitetsarbete	Intervju		oförändrad
Ledtid (timmar för leverans av order)	Dokument	76,8	22
Antal operatörer	Dokument	59	60
Totala antalet arbetsstationer	Dokument	28	19
Antal manuella monteringsarbetsstationer	Dokument	16	6
<i>Produktnivå</i>			
Arbetstid (min/produkt)	Dokument	34,8	27,8
Totala antalet komponenter per produkt	Dokument	60	60
Manuell montering (komponenter/produkt)	Dokument	48	26
Robotmontering (komponenter/produkt)	Dokument	12	34
Manuell monterings tid (min/produkt)	Video	5,5	2,9
Robotövervakning	Intervju		ökade
Manuell transport (min/produkt)	Video	3,9	1,1
<i>Arbetskraftsnivå</i>			
Manuell monterings tid (% av total arbetstid)	Video	15,8	10,4
Robotövervakning (% av total arbetstid)	Intervju		ökade
Transporttid (% av totala arbetstiden)	Video	11,2	4,1
Kvalitetsarbete (del av det totala arbetet)	Intervju		oförändrat

5.2 Ergonomisk utvärdering

Ryggflexionen redovisas inte eftersom den aldrig översteg 30° på någon av stationerna, varken i det gamla eller i det nya systemet.

5.2.1 Arbetsstationsnivå

Det gamla systemet. Den procentuella tiden då arm- och nackflexionen översteg 30 grader vid arbete på stationerna i det gamla systemet visas i tabell 5. Vid montering 3 och avsyning varade nackflexionen över 30 grader under mer än 80 procent av arbetstiden.

Tabell 5. Procent av tiden som arm- o nackflexionen översteg 30 grader vid de studerade arbetsstationerna i det gamla systemet samt klassificering i grönt, gul eller rött enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift "Belastningsergonomi" av dessa stationer.

Arbetsstation	Arbetsställning		Grön	Gul	Röd	Variation		
	Nackflex	Armflex				Grön	Gul	Röd
Udda komp.	20	-		X		X		
Förmont.	0	0	X					X
Montering 1	58	14			X		X	
Montering 3	84	21			X			X
Våglödning	25	18	X			X		
Avsyning	85	9			X			X
ICT	41	20		X		X		
Mont. f R	48	4		X			X	
Burkning	7	1	X			X		
RSS	12	36		X		X		
Slutprov	18	15	X					X
Slutkontroll	16	17	X				X	
Förrådspåfyll.	46	18		X		X		

Den ergonomiska utvärderingen av det gamla systemet gjordes av COPE med hjälp av Arbetsmiljöverkets föreskrift om Belastningsergonomi (Arbetarskyddsstyrelsen, 1998). Arbetet på stationerna klassificerades såsom grönt, gult eller rött beroende på den estimerade risken att erhålla belastningsskada. Detta gjordes med utgångspunkt från, dels arbetsställningar, dels arbetets variationsinnehåll (tabell 5).

Tabell 6. Procent av arbetstiden arm- och nackflexionen överstigit 30 grader för de två manuella arbetsstationerna i början av linan samt klassificering i grönt, gult eller rött enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift "Belastningsergonomi" i det nya systemet.

Arbetsstation	Arbetsställning		Grön	Gul	Röd	Variation		
	Nackflex	Armflex				Grön	Gul	Röd
Mont. 1	90	26			X			X
Mont. 2	43	24		X			X	

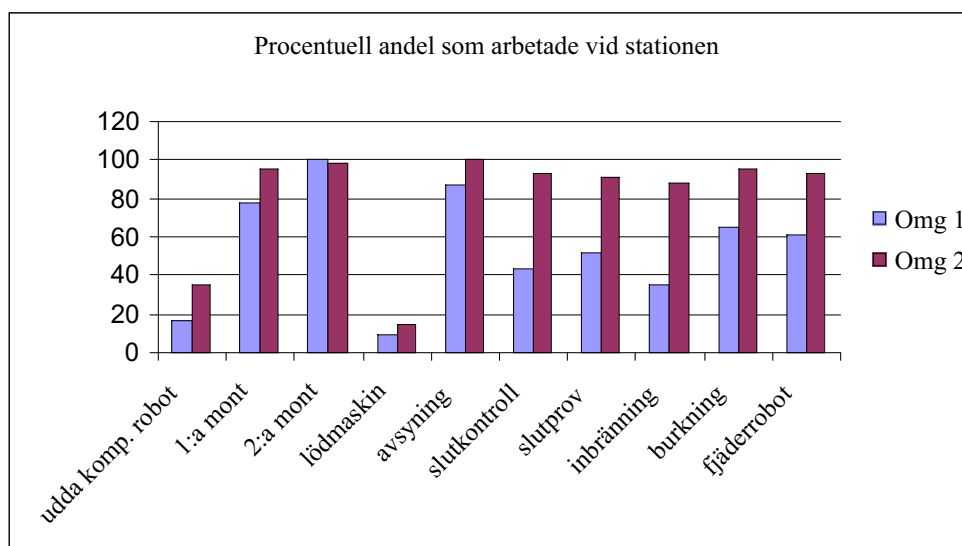
Nya systemet. I det nya systemet analyserades arm- och nackflexion endast för de två första manuella monteringsstationerna. Att jämföras med Montering 1 och Montering 3 i det gamla systemet. Nackflexionen ökade för montering 1 stationen

och minskade för montering 2 stationen jämfört med det gamla systemet (tabell 6).

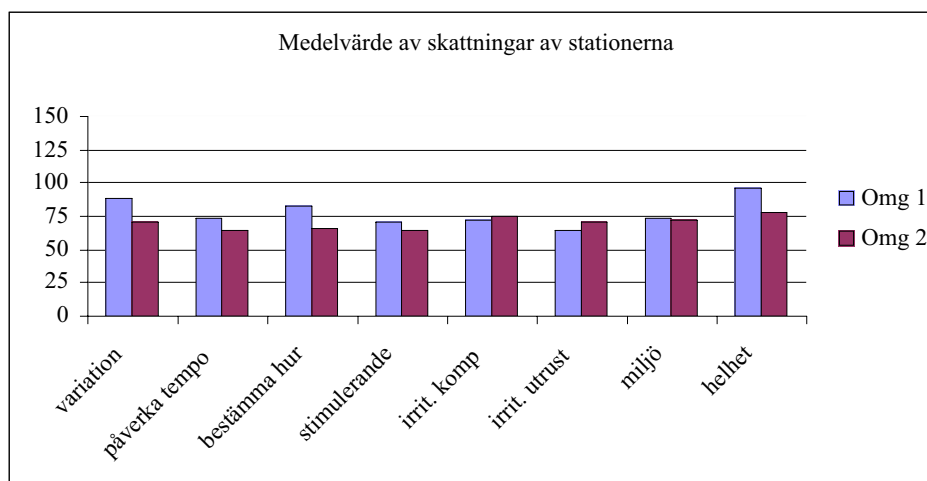
Både variationen och arbetsställningen klassades som ”gul” för station 2 och ”röd” för station 1 (tabell 6). Under mätperioden förekom det ofta att operatören vid montering 2 fick vänta på kort från montering 1. Den sammanlagda väntetiden uppgick till 18,9 procent. Om väntan elimineras skulle även variationen ha bedömts som ”röd”.

Jämförelser mellan maj och septembermätningen 2000 i det nya systemet: Som framgår av figur 8 erhöles i september 2000 skattningar från mer än 80 procent av arbetsgruppen för åtta av de tio stationerna, medan detta endast gällde för två av stationerna i maj. Varje person arbetade alltså vid betydligt fler stationer i september än vid den första mätningen. Vid båda tillfällena var det dock endast en mindre grupp som arbetade vid udda komponentrobotarna och lödmaskinen. Lödmaskinen krävde inte ständig bemanning, och uddakomponentrobotarna sköttes av två specialiserade operatörer per skift. Resultaten från dessa två stationer bör bedömas med försiktighet.

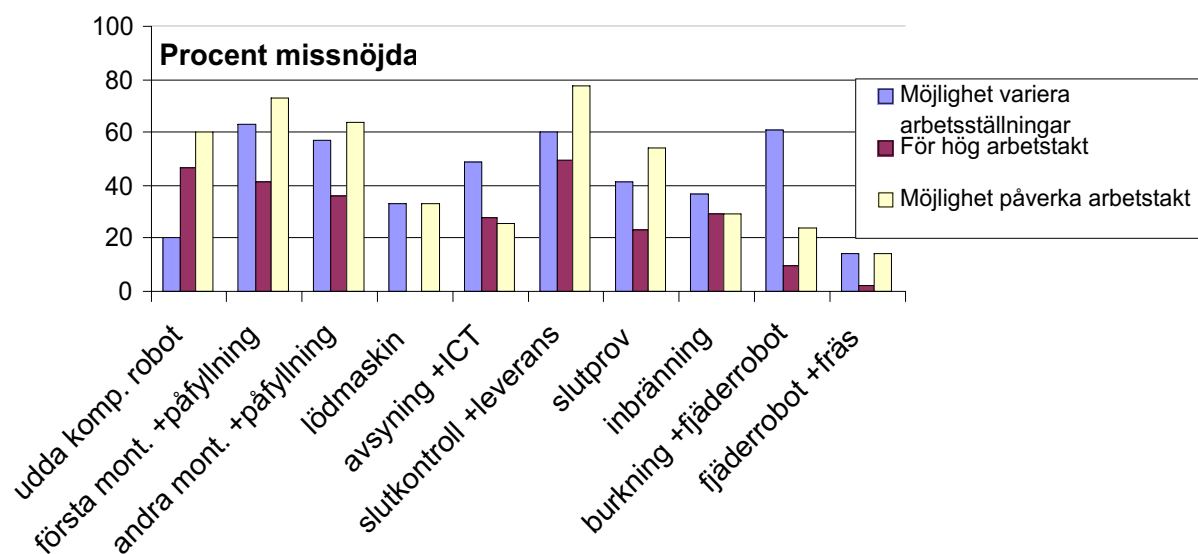
Medelvärden av medelbedömningarna av stationerna beräknades därför och ges i figur 9. Figuren visar att medelbedömningarna låg nära skalans neutralpunkt, och alltså att uppgifterna bedömdes som varken bra eller dåliga i de flesta avseenden. Jämförelsen mellan mätomgångarna pekade på att smärre försämringar hade skett på de flesta av områdena som bedömdes. Undantagen till detta var att man upplevde lite mindre irritation som följd av krångel med komponenter/produkt och verktyg/maskiner. Helhetsbedömningen visade på en ganska klar försämring; arbetena bedömdes som helhet inte vara lika bra vid andra mätningen som vid den första.



Figur 8. Den procentuella andelen av samtliga operatörer som fyllde i arbetsuppgiftsenkäterna vid stationerna vid den första (maj 2000) och andra (september 2000) mätomgången. (23 personer gjorde bedömningar vid omgång 1 och 43 vid omgång 2).



Figur 9. Genomsnittliga bedömningar av stationerna på linan vid den första och andra mätomgången i det nya systemet. Alla skalor går från negativt till positivt. Det lägsta värdet (0) står för "Alldeles för dåliga", "Alldeles för tråkig", "Mycket irriterande" eller "Mycket dålig". Det högsta värdet (150) står för "Mycket goda", "Mycket stimulerande", "Inte alls irriterande" eller "Mycket bra". 23 personer gjorde bedömningar vid omgång 1 och 43 vid omgång 2.



Figur 10. Andelen (procent) som bedömde att möjligheten att variera sin arbetsställning och arbetstakten var dålig och andelen som ansåg att arbetstakten var för hög i de olika uppgifterna i det nya systemet

Mekanisk belastning i det nya systemet: I arbetsuppgiftsenkäten gjordes tre direkta bedömningar av mekaniska belastningen på arbetsstationen: möjligheten att variera arbetsställningen, arbetstempot samt möjligheten att variera tempot. Den andel beräknades vars skattningar låg inom de 40 procent av den 150 mm

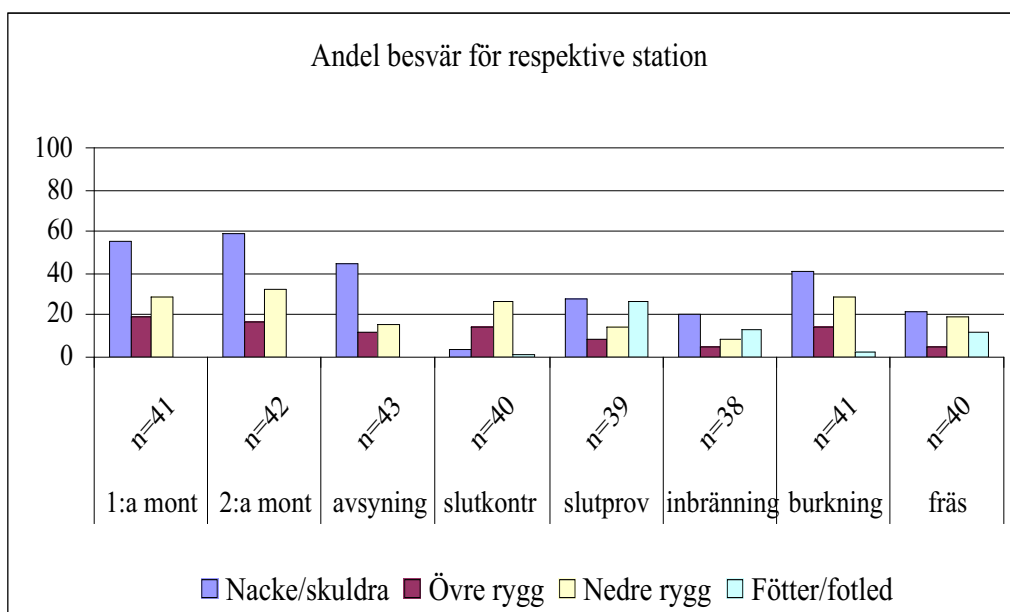
långa grafiska skattningsskalan som stod för den mest negativa skattningen. En indirekt bedömning av belastningen gjordes dessutom genom att operatören angav eventuella områden på kroppen där han/hon upplevde påfrestning eller trötthet. Bara en mindre del av operatörerna arbetade någon gång på udda komponenter och lödmaskinen, och resultaten för dessa stationer är därför osäkra. Bedömningarna från det andra mättillfället redovisas, eftersom det första präglades av en del inkörningsproblem.

Skattningarna som gjordes i den andra omgången av arbetsuppgiftsenkäten av *möjligheterna att variera arbetsställningar* och rörelser visade att den största andelen negativa bedömningar erhöles för första och andra monteringen, slutkontrollen och burkningen, medan mycket få ansåg att det fanns sådana problem för udda komponent-roboten och fjäderroboten (figur 10).

Arbetstempot bedömdes av många vara för högt i flera av arbetsuppgifterna (figur 10). Framför allt gällde detta för udda komponentrobot, första monteringen och slutkontrollen. Mycket få bedömde att tempot var för lågt i någon av uppgifterna (högsta andelen erhöles för första montering och burkning/fjäderrobot där 15 procent ansåg detta).

Möjligheterna att påverka arbetstempot i arbetsstationerna illustreras i figur 10. Det var främst första och andra monteringen samt slutkontrollen som bedömdes ge dåliga möjligheter att påverka arbetstempot.

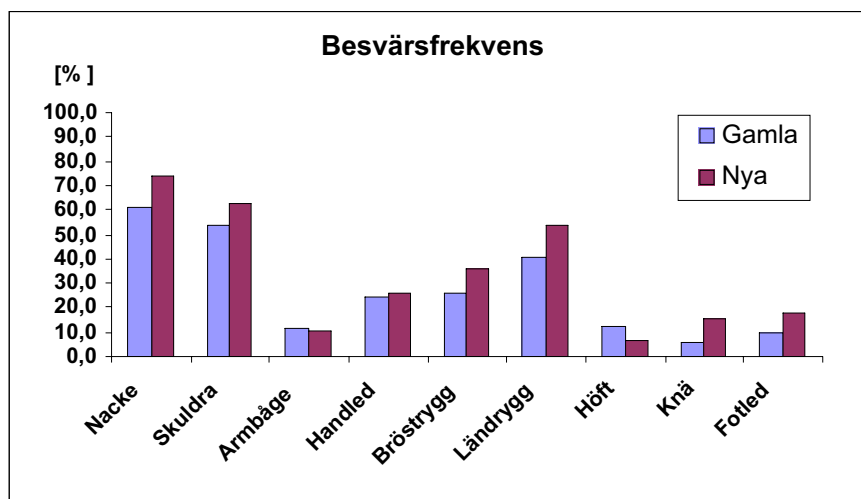
Antalet personer som rapporterade *obehag eller påfrestning i olika kroppsdelar* under arbete vid stationerna visas i figur 11. Endast besvär i nacke/skuldra, övre och nedre rygg samt fötter redovisas eftersom endast enstaka personer angav besvär i andra kroppsdelar. Det var främst monteringsstationerna som bedöms som påfrestande för nacke/skuldra, ca 60 procent, och det är endast vid slutkontroll som detta inte är den mest drabbade kroppsdel. Vid slutprovningen var det 26 procent som upplevde besvär eller påfrestning i fötter/fotled, vilket möjligen kan ha att göra med att man satt på en stol med hjul och rullade sig fram med hjälp av fötterna.



Figur 11. Andel som uppgav att de upplevde obehag eller påfrestning i olika kroppsregioner.

5.2.2 Systemnivå

Besvärshäufigkelsen för olika kroppsregioner var högst i nacke och skuldra för både gamla och nya systemet, samt för ländrygg i det nya systemet (figur 12). Överlag var besvärshäufigkelsen för de olika kroppsregionerna något högre i det nya systemet, utom för armbåge och höft. Någon regelrätt statistisk testning av förändringarna var ej möjlig att genomföra eftersom en persons enkäter gjorda i det gamla och nya systemet inte kunde paras ihop. För att få någon uppfattning om styrkan i förändringstendenserna gjordes chi²-testningar som om data kom från två oberoende grupper. Sannolikt hade denna analys sämre power än en regelrätt analys för upprepade mätningar, och resultat ger alltså troligen en konservativ test av förändringarna. Dessa test gav endast stöd för att besvär i knäna hade ökat.



Figur 12. Besvärsfrekvensen senaste 3 månaderna för olika kroppsregioner för det gamla och det nya produktionssystemen.

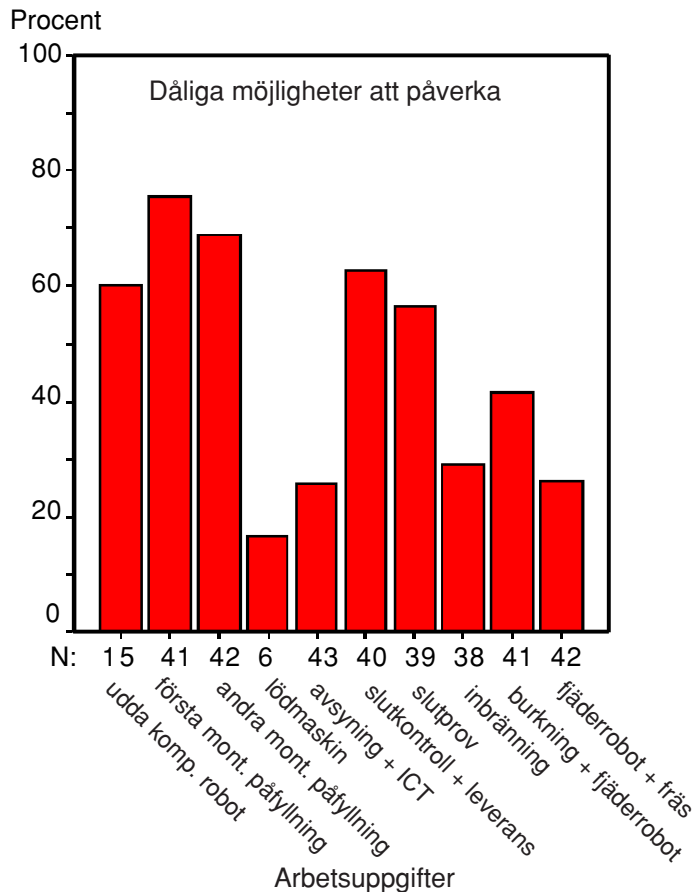
5.3 Psykosocial utvärdering

5.3.1 Arbetsstationsnivå

Monteringsstationerna, slutprovningen och slutkontrollen framstod som sämst vad gällde möjligheterna att själv bestämma hur arbetet ska göras (figur 13).

Udda komponent roboten och lödmaskinen var de enda stationerna där mer än någon enstaka person upplevde att uppgiften var för svår, medan monteringsstationerna och burkningen av de flesta bedömdes vara alldeles för lätta uppgifter.

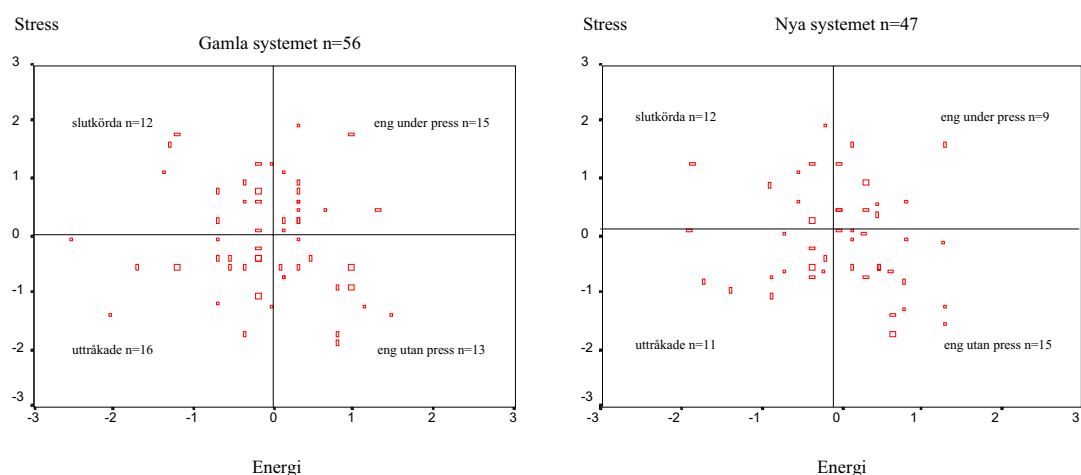
Många (87 procent) rapporterade irriterande krångel med såväl komponenterna som med maskinen i arbetet med udda komponent-roboten. Minst irriterande krångel med komponenter rapporterades för inbränning och lödmaskin, medan maskinproblemen var minst vanliga för fjäderroboten.



Figur 13. Procentuell andel som bedömde att möjligheten var dålig att påverka hur arbetsuppgifterna skulle utföras i det nya systemet.

5.3.2 Systemnivå

I figur 14 redovisas operatörernas skattningar i Stress- och Energiskalan. Som synes var resultatet mycket likartat vid de två mättillfällena och medelvärdena låg nära skalornas neutralpunkt (Energi = 2,7 och Stress = 2,4) i båda fallen Energi: 2,57 resp 2,69 och Stress: 2,38 resp 2,32. Operatörerna fördelades därigenom relativt jämt över de fyra stress-energi – grupperna både i det gamla och det nya systemet. Testningar av gruppskillnader i medelvärden i de två skalorna och av fördelningen på de fyra grupperna gjordes på samma sätt som för besvärskomsten. Inga av dessa analyser gav stöd för att någon förändring hade inträffat.



Figur 14. Stress- och energiskattningar i det gamla och nya systemet. Skattningarna är uttryckta i avstånd från Stress- och Energiskalornas neutralpunkter (markerade med 0 i figurerna)

Den psykosociala arbetsmiljön i det gamla och nya produktionssystemet jämfördes med avseende på fem fundamentala faktorer (tabell 7).

Tabell 7. Psykosocial arbetsmiljö. Jämförelse mellan det gamla och det nya produktionssystemet. Medelvärden (M), standardavvikelser (SD), testvärden och signifikansnivåer redovisas.

Faktor	M	SD	t-värde	df	(p-värde)
Egenkontroll ¹					
Gamla	2,89	0,82			
Nya	2,78	0,63	0,84	154	n.s. ³
Arbetsledningsklimat ¹					
Gamla	3,31	0,84			
Nya	3,35	0,73	-0,26	154	n.s. ³
Stimulans ¹					
Gamla	3,22	0,75			
Nya	3,09	0,95	0,92	155	n.s. ³
Arbetsgemenskap ¹					
Gamla	3,65	0,78			
Nya	4,18	0,69	-4,05	155	<0,001
Arbetsbelastning ²					
Gamla	2,35	0,60			
Nya	2,81	0,71	-4,16	155	<0,001

1) höga siffror motsvarar mer tillfredsställande värden; 2) höga siffror motsvarar hög arbetsbelastning (dvs. mindre tillfredsställande värden); 3) n.s. = ingen signifikant skillnad mellan grupperna; 4) t-test för två oberoende grupper.

Av tabell 7 framgår att det bara förelåg statistiskt säkerställda skillnader mellan grupperna i de båda produktionssystemen för två av fem psykosociala faktorerna. I det nya produktionssystemet upplevdes arbetsgemenskapen i gruppen vara mer tillfredsställande och den psykiska arbetsbelastningen vara större. Det resultat som redovisas för arbetsbelastningen i tabellen baseras på medelvärdet av fyra

enskilda frågor. Man kan få en mera nyanserad bild genom att se på utfallet i på de underliggande frågorna. En sådan jämförelse visar att man i det nya produktionssystemet framför allt upplevde färre möjligheter att ta en paus och koppla av när man kände sig stressad och trött under arbetet.

5.3.3 Intervjuresultat rörande det nya systemet

Den allmänna uppfattningen om det nya systemet, uppdelat på personal som deltagit i förändringen och nyrekryterade, framgår av tabell 8.

Tabell 8. Åsikter om arbetsorganisationen.
Procent av hela studiegruppen

	Missnöjd	Varken nöjd eller missnöjd	Nöjd
"Deltagit"	35	45	20
"Nya"	33	20	47

I båda grupperna fanns det ett utbrett missnöje, cirka en tredjedel, med arbetsorganisationen (tabell 8). Av dem som deltog i förändringen var endast 20 procent nöjda medan nästan hälften av de nya var det. Övriga var varken nöjda eller missnöjda.

Det nya produktionssystemet fick färre positiva omdömen och färre tyckte att arbetet var varierande.

Med något undantag upplevde operatörerna att bundenheten, kontrollen och styrningen hade ökat sedan linemonteringen infördes. Det höga arbetstempot, stressen och riskerna för utbrändhet och sjukskrivning oroade. Andra återkommande upplevelser var bristen på mellanlager, något som de intervjuade kopplade samman med negativ stress och beroende. Stressen och det höga arbetstempot när linan fungerade utan driftstopp ingav oro för vad det kunde innebära på längre sikt. Sammantaget var stress och högt arbetstempo det som oroade men det fanns förhoppningar om att de tekniska driftstörningarna skulle lösas inom en snar framtid så att kompetensutvecklingen kunde påbörjas.

6 Diskussion

Enligt de ursprungliga planerna skulle antalet komponenter som monterades vid de manuella monteringsstationerna i början av den nya linan (montering 1 och de två parallella monteringsstationerna) reduceras till 10-12 stycken. På grund av leveransproblem med komponenter i den form att de kunde monteras med de automatiska monteringsmaskinerna fick dessa komponenter överföras till de manuella stationerna. Vid utvärderingen monterades det därför 10 komponenter på station 1 och 15 komponenter var på stationerna 2. För att få rum med de extra komponenterna placerades komponenterna i ett racksystem med två rader. Dessutom måste komponenter placeras vid sidan av operatören. I och med detta måste

operatörerna förutom att plocka komponenter från två nivåer även vrida sig för att nå komponenterna.

Genom att komponenterna placerades i två rader ovanför varandra ökade tiden då armflexionen var större än 30 grader (tabell 6). Nackböjningen ökade på montering 1, medan den minskade på montering 2 (tabell 6). Minskningen på station 2 var väntad eftersom de två raderna tvingade operatören att höja huvudet för att se komponenterna vilket inte behövdes i det gamla systemet där lådorna med komponenter var placerade på bordet. Sammantaget var den belastnings-ergonomiska situationen sämre i det nya systemet på de manuella monteringsstationerna men bättre i systemet som helhet.

Under mätperioden förekom komponentbrist inom hela elektronikbranschen. Denna brist påverkade också föreliggande mätningar. Vid mättillfället saknades ibland kort för montering. Därför uppstod väntetider ("starving") på station 2. När väl korten kom blev arbetstakten högt uppskruvad för att produktionsmålen skulle uppnås. Arbetstakten blev således ryckig. Det ojämna arbetstempot kunde leda till slarvfel och kvalitetssänkning vilket ledde till fler reparationer. "Blocking" och "starving" uppträder i line-baserade system med små eller inga mellanlager mellan stationerna, men förekommer sällan i parallella system (Medbo, 1999). Med små eller inga mellanlager minskar däremot både antalet produkter i arbetet (PIA) och den genomsnittliga genomloppstiden. Dessa förbättringar var två av huvudmålen med förändringen.

Av de fem mål som företaget hade satt upp för förändringen (uppnå en specificerad produktionsvolym, minska operations- och ledtiden, reducera produkter i arbete samt öka kvaliteten så avsyningen kan minska med 80 procent) uppnådde man fyra. Man uppnådde produktionsvolymen, minskade operationstiden med 20 procent, minskade ledtiden till mindre än 24 timmar samt reducerade värdet av produkter i arbete. Däremot kunde man inte öka kvaliteten så att avsyningen kunde minskas med 80 procent. Fortfarande måste samtliga kort avsynas manuellt.

Anmärkningsvärt i detta sammanhang är att företaget bytte system för dokumentation av kvalitetsutfall i samband med förändringen vilket möjliggjorde en direkt jämförelse av kvalitetsutfallet före/efter.

Det nya systemet uppfyllde målet med att minska operationstiden med 20 procent. Den totala arbetstiden per kort minskade från 34,8 till 27,8 min, dvs med sju minuter i det nya systemet. En stor del av denna tidsvinst låg i automatisering av monteringen; den manuella monteringen minskade från 48 till 26 komponenter. En annan del av vinsten kom från en förändring i processen. I det gamla systemet monterades korten i en lödrum innan de kunde köras genom lödmaskinen. Monteringen av kortet i ramen och hanteringen av detsamma tog ca 40 s per kort.

Andelen aktivt arbete är förmodligen en viktig ergonomisk faktor (Mathiassen & Christmansson, 2003). Utan den påtvingade väntan på grund av materialbrist i nya systemet skulle detta bli mer repetitivt än det gamla systemet och möjligheterna till korta mikropauser skulle minska betydligt. Frånvaron av mikropauser för musklerna har visat samband med symptom på belastningsskador (Stoy &

Aspen, 1999; Veiersted m fl, 1993). En ökning av repetitivt stereotypt arbete har konstaterats i andra partiellt automatiserade produktionssystem (Coury m fl, 2000) och innebär en potentiell ergonomisk risk när exponeringen är lång (Bernard, 1997; Buckle & Devereaux, 1999). Införandet av "line"-system i bilmontering och fiskberedning har visat sig ge ökning av belastningsbesvär (Fredriksson m fl, 2001; Ólafsdóttir & Rafnsson, 1998).

Operatörerna oroades sig också för att det höga arbetstempot och stressen skulle kunna leda till utbrändhet och sjukskrivningar. Operatörerna var dessutom lika stressade när linan stod still på grund av tekniska fel som när produktionen var i gång och arbetstempot högt uppskruvat. Detta styrks delvis av data från arbetsplatsenkäten (som gällde hela arbetsinnehållet) som visade att den psykiska arbetsbelastningen hade ökat efter automatiseringen, t ex med minskade möjligheter att ta en paus och koppla av när man kände sig stressad. Det har även visat sig i att det hos somliga operatörer inte blir någon återhämtning av musklerna under påtvingade pauser (Veiersted, 1994).

Det gjordes mer uttag av övertid i det nya systemet än i det gamla. I enkäten angav 78 procent respektive 44 procent att de sällan eller aldrig jobbade övertid i det gamla respektive nya systemet. Det höga arbetstempot, stressen och riskerna för utbrändhet och sjukskrivning oroades operatörerna. Avlösningarna och arbetsrotationen fungerade inte tillfredsställande vid intervjutillfället. Problemet hörde samman med volymökningen som lett till flera nya och snabbt upplärda operatörer från ett bemanningsföretag. Att vara beroende av sina kollegor för avlösning var något nytt jämfört med tidigare manuell montering.

För att motverka ensidighet i arbetet har företaget sedan länge arbetat med olika typer av arbetsrotation. Både i det gamla och nya systemet menade nästan 90 procent av operatörerna enligt enkäten att arbetsrotation borde premieras. I en genomgång av de senaste 15 årens epidemiologiska studier fann Malchaire och medarbetare (2001) ingen signifikant påverkan av arbetsrotation på frekvensen nacke-skulderbesvär. Viktiga anledningar är att få studier överhuvudtaget har ägnats åt att jämföra olika mönster av rotation, och att variation i arbetet nästan aldrig har kvantifierats. Om rotationen ska ge någon effekt måste den ske mellan arbetsuppgifter med olika exponeringsmönster som helst också engagerar olika muskelgrupper (Mathiassen & Christmansson, 2003). Den av arbetsorganisationsgruppen föreslagna arbetsrotationen var en rotation mellan arbetsuppgifter med olika belastningsmönster så att den sammanvägda belastningen på systemnivå skulle fördelas så jämt som möjligt mellan operatörerna. Denna genomfördes dock aldrig, utan operatörerna arbetade ett skift i taget per arbetsstation för att sedan byta till en annan station följande skift. Något schema för hur bytena skulle ske fanns inte och flera av operatörerna kunde bara utföra några av arbetsuppgifterna.

Bristerna i arbetsrotationen hade sin bakgrund i en för stor andel inhyrda och snabbt upplärda operatörer som bara kunde ett fåtal arbetsuppgifter, och som gjorde det omöjligt att genomföra en allmän rotation mellan arbetsuppgifterna. Enligt enkäten kunde ca 17 procent de flesta eller alla arbetsuppgifterna i det nya

systemet medan motsvarande siffra för det gamla systemet var 72 procent. Jämförelsen mellan den första och andra arbetsuppgiftsenkäten visade dock att antalet operatörer som arbetat på alla stationer utom lödmaskinen och udda komponent roboten hade ökat mycket kraftigt vid det andra tillfället.

Bristen på arbetsrotation i det nya systemet gjorde också att vissa arbetsstationer ofta blev blockerade genom personlig markering av en och samma operatör under hela arbetsdagen. Operatörernas förmåga och lust att delta i en arbetsgrupp hade inte uppmärksamats vid rekryteringen. Man tog med ett traditionellt synsätt på arbetet till den nya avdelningen, trots de förändrade förutsättningarna. Volymökningen och de många driftstoppen ledde till att man hamnade i en ond cirkel utan möjlighet att stabilisera och utveckla arbetsorganisationen. Man fann tillfälliga lösningar på problemen, vilket medarbetarna anpassade sig till. Informationen till de berörda var under denna period tidvis mycket dålig.

För vissa stationer eller befattningar förekom ingen rotation alls, utan en eller två specialister per skift utförde arbetet. Exempel på sådana stationer eller arbetsuppgifter var udda komponent-robot, lödmaskin, "line"-tekniker och materialpåfyllning. Istället för en varierad fysisk belastning fick vissa operatörer en mer ensidig belastning med det nya systemet. Samtidigt fick andra operatörer, framför allt de med specialistbefattningar, en mer varierad belastning på grund av att den arbetsuppgift de var specialiserade på i sig innebar variation.

Förändringsprocessen

En väl genomförd förändringsprocess är ett unikt tillfälle att skapa engagemang, ny kompetens och att tillgodose personalens behov av stimulans och utveckling (Björk, 1991). En illa skött process kan skapa misstänksamhet, besvikelse, bestående konflikter och ökad distans till arbetet. En organisationsförändring är också en social process (Lewin, 1951). Valet av förändringsstrategi får konsekvenser för hur väl företaget kan utnyttja personalens resurser och erfarenheter (Norrgrén, 1995). En strategi med hög delaktighet väcker en önskan att se resultat av det egna deltagandet.

En förändringsprocess med hög delaktighet innebär en påverkan från de anställda som kan leda till en annan riktning än vad ledningen tänkt sig (Wilson, 1991). En lärandestrategi utvecklar arbete i grupp, ger erfarenhetsutbyte mellan utvecklare och användare, ger spridning av kunskap och utvecklar berörd personals kompetens och engagemang. Modellen kräver stöd, resurser och noggrann planering. Den skapar då möten för kommunikation där de som berörs av förändringarna utbyter idéer och formar gemensamma föreställningar om organisationen vilket ger positiva effekter.

I den studerade förändringsprocessen var bristen på kontinuitet i arbetsledning ett av huvudproblemen. Problemet att avdelningen inte hade en närvarande arbetsledare var välkänt sedan månader hos ledningen och löstes med tillförordnade arbetsledare. Att skapa en dialog mellan operatörerna på olika skift och mellan avdelningen och ansvariga chefer blev ett akut problem som krävde en snar

lösning. En tillförordnad från fabriken projektavdelning och därefter en inhyrd arbetsledare från ett bemanningsföretag tjänstgjorde som arbetsledare. Arbetsledaren fick sätta sin egen prägel på hur produktionsmålen skulle uppfyllas och hur arbetsförhållandena skulle utformas och blev därigenom den avgörande faktorn för hur arbetsorganisationen utformades vilket var långt ifrån arbetsorganisationsgruppens förslag.

Informationsrutinernas brister hade uppmärksammats och förbättringar påbörjades. En handlingsplan för kompetensutveckling och visioner hur detta skulle ske var vid denna tidpunkt också föremål för diskussion. Linans arbetsorganisation skulle i slutet av 2001 organiseras som en processindustri enligt arbetsledarens intentioner. De ursprungliga handlingsplanerna som gruppen för arbetsorganisation hade gjort upp blev omarbetade och delvis bortglömda eller ignorerade. Att sedan tekniken på linan inte fungerade som det var tänkt spädde på missnöjet med processen. Värt att notera är dock att gruppen som varit med sedan före förändringen visade ett större missnöje än de som togs in efter förändringen utan referensramar i tidigare förhållanden.

Stödet från projektledning och ansvariga chefer var från början stort för förslagen från arbetsorganisationsgruppen om arbetsrotation, mer inflytande och delaktighet för operatörerna, idéerna om utvidgat arbetsinnehåll och kompetensutveckling. Förslaget att ”alla skulle kunna allt” mötte dock på motstånd från arbetsledarna som föredrog spetskompetens. Med tanke på hur stort inflytande en arbetsledare hade på arbetsorganisationen var därmed förslaget från arbetsorganisationsgruppen inte längre aktuellt. Att först stödja arbetsorganisationsgruppens förslag och sedan acceptera att det inte alls följdes får ses som ett grundläggande missgrepp.

Vid förändringsprocesser är det av stor vikt att tidsramarna inte är för snäva (Bildt m fl, 1999). Det tar ofta längre tid än vad man ursprungligen planerat. Oförutsedda händelser tar mycket tid i anspråk. Detta innebär att alternativ om vad man ska göra under förseningarna behöver planeras. Förseningar kan t ex utnyttjas för kompetensutveckling. Att på detta sätt göra förseningarna till effektiv tid gynnar sammanhållningen inom arbetsgruppen. Tydliga informationsrutiner som håller alla berörda underrättade om hur omorganisationen fortlöper är också viktiga. Det är bättre att informera att man ingenting vet än att avstå från informationsträffar. Det skapar delaktighet och minskar riskerna att falska eller förvrängda rykten kommer i omlopp. I dessa avseenden lämnade den studerade förändringsprocessen mycket övrigt att önska.

Med en hög andel inhyrd personal från bemanningsföretag finns det risker att sammanhållningen på arbetsplatsen blir svår att upprätthålla. Det skapas ofta en ”vi och dom” attityd som kan vara grogrund till missnöje. Det kan dock noteras att vid undersökningstillfället upplevdes arbetsgemenskapen vara relativt god i det nya produktionssystemet.

7 Slutsatser och rekommendationer

Automatiseringen av den manuella monteringen och transporterna minskade exponeringstiden för manuell montering på systemnivå och ökade samtidigt produktiviteten. För den manuella montering som kvarstod ökade dock repetitiviteten och ensidigheten vilket i sin tur kan öka risken för belastningsskada vid dessa arbetsstationer.

Studien visar att man måste ta hänsyn både till de arbetsmoment man tar bort och de moment som återstår i produktionssystemet. Medan automatisering av monotona repetitiva arbetsmoment kan reducera exponeringen på systemnivå behöver den inte förbättra exponeringsförhållandena på de kvarvarande manuella stationerna. Arbetsorganisationen är då av stor betydelse för fördelningen av belastningen mellan de anställda på avdelningen.

De som utformar produktionssystemen har stort ansvar för hur de ergonomiska förhållandena blir i systemen. Produktionstekniker bör utveckla strategier i planeringen av de nya systemen som inte bara tar hänsyn till produktiviteten utan också beaktar de ergonomiska förhållandena. Vid planeringen av nya system bör inte enbart det tekniska systemet bestämma utformningen utan även montörernas arbetsförhållanden måste tas med vid utformningen av systemet. Resurssnåla utvärderingsmetoder som samtidigt ger produktionsteknisk och ergonomisk information är därför viktiga att utveckla.

Utformningen av arbetsstationerna och organisationen måste gå hand i hand med automatiseringen av systemet.

Vid snarlika projekt i framtiden är kontinuitet i arbetsledningen viktig. Låt den tilltänkta arbetsledaren vara med i processen. Det måste finnas klara direktiv och mandat hur projektgruppernas förslag kommer att genomföras och att grupperna backas upp av ledningen.

Det är viktigt att leverantörer utbildar operatörerna i användning av ny utrustning på plats. Av produktivitetshänsyn kan det vara värdefullt att fortsätta produktionen i det ”gamla” systemet tills full kapacitet på det nya har uppnåtts.

8 Sammanfattning

Kihlberg S, Franzon H, Fröberg J, Hägg G, Johansson Hanse J, Kjellberg A, Mathiassen SE, Medbo P, Neumann WP & Winkel J. *Ett produktionssystem under förändring – ergonomisk och teknisk utvärdering*. Arbete och Hälsa 2005:1.

En ergonomisk och teknisk utvärdering genomfördes av en förändring av produktionssystemet i ett elektronikföretag som innebar en ökad automatisering. Själva förändringsprocessen utvärderades också.

Automatiseringen av den manuella monteringen och transporten minskade exponeringstiden för manuell montering på systemnivå samt ökade produktiviteten. För den kvarstående manuella monteringen ökade dock repetitiviteten och ensidigheten. Montörerna upplevde också att den psykiska arbetsbelastningen var större i det nya systemet jämfört med det gamla. De ansåg också att de manuella monteringsstationerna som helhet var dåliga arbetsuppgifter.

I den studerade förändringsprocessen var bristen på kontinuitet i arbetsledning ett av avdelningens huvudproblem. Arbetsledaren fick också sätta sin prägel på hur produktionsmålen skulle uppfyllas och hur arbetsförhållandena skulle utformas. Därigenom blev det arbetsledaren och inte den handlingsplan med arbetsrotation som en arbetsorganisationsgrupp utformade som avgjorde hur arbetsorganisationen utformades.

Nyckelord: Automatisering, belastningsergonomi, förändringsarbete, manuell montering, produktivitet, psykosocial arbetsbelastning

9 Summary

Kihlberg S, Franzon H, Fröberg J, Hägg G, Johansson Hanse J, Kjellberg A, Mathiassen SE, Medbo P, Neumann WP & Winkel J. *A production system change – ergonomic and technical evaluations*. Arbete och Hälsa 2005:1.

An evaluation of the impact of partial automation strategies on productivity and ergonomics at an electronics company was performed. This change included adoption of a serial line flow from a parallel batch flow strategy. The change process, which used both a project head group and a work organisation group, was also studied.

The partial automation of assembly operations reduced the total repetitive assembly work at the system level and increased productivity. At the remaining assembly stations however, the repetitive assembly work increased due to the automation of the transportation functions and increased work-pace. The operators found the mental work load was higher in the new system. They also experienced the manual assembly station in the beginning of the line as the worst job in the system .

Lack of management continuity at the department was identified as one of the largest process problems. The manager set his view on how the production and work environment goals should be met. Thus the manager set the work organisation without adopting the plan of work rotation that the work organisation group had presented. This contributed to dissatisfaction amongst the operators involved in the development process.

Keywords: Automation, change process, ergonomics, manual assembly, mental workload, productivity

10 Referenser

- Arbetskyddsstyrelsens författningssamlingar (1998) *Belastningsergonomi*. AFS 1998:1, Stockholm: Arbetskyddsstyrelsen.
- Aronsson G, Svensson L, Leksell K & Sjögren A (1995) *Förändringskompetens*. Arbetslivsinstitutet, Solna.
- Bernard BP (ed) (1997) *Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and lower back*. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health.
- Bildt C, Carlander A, Fredriksson K, Fröberg J, Hallén S, Hägg GM, Kilbom Å & Stroud S (1999) *Utvärdering av en förändrad produktionsprocess hos en svensk biltillverkare*. Arbete och Hälsa 1999:24, Stockholm: Arbetslivsinstitutet.
- Björk L (1991) Förändringsarbete. I Lennerlöf L (red). *Människan i arbetslivet*. Allmänna förlaget, Stockholm.
- Borg G (1982) A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In: Gessler H & Petxold P (eds) *Psychophysical judgement and process of perception*. pp 25-33, Berlin: VEB Deutscher Verlag der Vissenschaften.
- Buckle P & Devereux J (1999) *Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders*. Luxemburg: European agency for Safety and Health at Work.
- Chaikumarn M (2001) *Variability in activities and postures during electronic assembly work assessed by video-based analysis system*. Master avhandling. Luleå Tekniska Högskola, 2001:109.
- Coury HJCG, Leho JA & Kumar S (2000) Effects of progressive levels of industrial automation on force and repetitive movements of the wrist. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 587-595.
- Cronbach LJ (1990) *Essentials of psychological testing*. (5th ed.). New Yourk: Harper & Row.
- Dickinson CE, Campion K, Foster AF, Newman SJ, O'Rourke AMT & Thomas PG (1992) Questionnaire development: an examination of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire. *Applied Ergonomics*, 23(3), 197-201.
- Engström T, Johansson JÅ, Jonsson D & Medbo L (1995) Empirical evaluation of the reformed assembly work at the Volvo Uddevalla plant: Psychosocial effects and performance aspects. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 16, 293-308.
- Hansson Risberg E, Wigaeus Tornqvist E, Hagberg M, Hagman M, Isaksson A, Karlkvist L & Toomingas A (2001) *Bedömning av arbetsförhållanden vid datorarbete med hjälp av checklista: deskriptiva data från en studie av arbetsplatsutformning, arbetsställningar bland manliga och kvinnliga datoranvändare*. Arbetslivsrapport nr 13, Arbetslivsinstitutet
- Engström T & Medbo P (1997) Data Collection and Analysis of Manual Work Using Video Recording and Personal Computer Techniques. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(4), 191-198.

- Fredriksson K, Bildt C, Hägg G & Kilbom Å (2001) The impact on musculoskeletal disorders of changing physical and psychosocial work environment conditions in the automobile industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28(1), 31-45.
- Johansson Hanse J & Forsman M (2001) Identification and analysis of unsatisfactory psychosocial work situations: a participatory approach employing video-computer interaction. *Applied Ergonomics*, 32(1), 23-29.
- Johansson JÅ, Kadefors R, Rubenowitz S, Klingenstierna U, Lindström I, Engström T & Jahansson M (1993) Musculoskeletal symptoms, ergonomic aspects and psychosocial factors in two different truck assembly concepts. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12, 35-48.
- Johansson JÅ & Nonås K (1994) Psychosocial and physical working conditions and associated musculoskeletal symptoms among operators in five plants using arc welding in robot stations. *The International Journal of Human Factors in Manufacturing*, 4(2), 191-204.
- Johansson JÅ & Rubenowitz S (1994) Risk indicators in the psychosocial and physical work environment for work-related neck, shoulder and low back symptoms: A study among blue- and white-collar workers in eight companies. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 26, 131-142.
- Juul-Kristensen B, Fallentin N & Ekdahl C. (1997) Criteria for classification of posture in repetitive work by observation methods: A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(5), 397-411.
- Kadefors R & Forsman M (2000) Ergonomic evaluation of complex work: a participative approach employing video-computer interaction, exemplified in a study of order picking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(4), 435-445.
- Karasek R & Theorell T (1990) *Healthy Work. Stress Productivity, and Reconstruction of Working Life*. New York: Basic Books Inc.
- Karasek RA (1979) Job demands, job decisions latitude and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285-307.
- Kihlberg S, Flyckt K, Franzon H, Mathiassen SE, Medbo P & Winkel J (2000) Representative video recordings for synchronized collection of ergonomic and production data in an assembly system. "Ergonomics for the new millennium", Proceedings of IEA/HFES 2000 Congress, San Diego.
- Kjellberg A & Franzon H (2002) *A task questionnaire for participatory job development. Humans in a complex environment*. The 34th annual congress of the Nordic ergonomics societies, Kolmården, Sweden.
- Kjellberg A & Iwanowski S (1989) *Stress/Energi-formuläret: utveckling av en metod för skattning av sinnesstämning i arbetet*. Undersökningsrapport 1989:26, Stockholm: Arbetslivsinstitutet.
- Kjellberg A, Johansson Hanse J, Franzon H & Holmgren C (2000) Mood ratings at work and job strain and their relation to neck and shoulder symptoms. "Ergonomics for the new millennium", Proceedings of IEA/HFES 2000 Congress, San Diego.
- Kjellberg A & Wadman C (2002) *Subjektiv stress och dess samband med psykosociala arbetsförhållanden och hälsobesvär. En prövning av Stress-Energimodellen*. Arbete och Hälsa 2002:12, Stockholm: Arbetslivsinstitutet.

- Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom Å, Vinterberg H, Biering-Soerensen F, Andersson G & Jørgensen K (1987) Standardized Nordic questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18, 233-237.
- Kvale S (1997) *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Studentlitteratur, Lund.
- Lewin K (1951) *Field theory in social science*. Harper & Row, New York.
- Malchaire J, Cock N & Vergracht S (2001) Review of the factors associated with musculoskeletal problems in epidemiological studies. *International Archives of Occupational Environment Health*, 74, 79-90.
- Mathiassen SE & Christmansson M (2003) Variation and Autonomy. In: Delleman N, Haslegrave C & Chaffin D (eds) *Working postures and movements – tools for evaluation and engineering*. London: Taylor & Francis.
- Mathiassen SE & Winkel J (2000) *Ergonomics in the continuous development of production systems. A COPE-workshop on methods for collecting and analyzing mechanical exposure data*. Arbete och Hälsa 2000:6, Stockholm: National Institute for Working Life.
- Medbo L (1999) *Material supply and product descriptions for assembly systems – design and operation*. Doctoral thesis, Chalmers University of Technology. Göteborg: Transportations and Logistics.
- Neumann WP, Kihlberg S, Medbo P, Mathiassen SE & Winkel J (2002) A case study evaluating the ergonomic and productivity impacts of partial automation strategies in the electronics industry. *International Journal of Production Research*, 40(16), 4059-4075.
- Neumann WP, Well RP, Norman RW, Kerr MS, Frank J, Shannon HS & OUBPS Working Group (2001) Trunk posture: reliability, accuracy, and risk estimates for low backpain from a video based assessment method. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 28, 355-365
- Norrgrén F (1995) Förändringsstrategier. I Rendahl J E (ed) *Att förändra och leda morgondagens arbete*. Vis Strategi, Stockholm.
- Ólafsdóttir H & Rafnsson V (1998) Increase in musculoskeletal symptoms of upper limbs among women after introduction of the flow-line in fish-fillet plants. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 69-77.
- Rubenowitz S (1987) Organisation, motivation och produktivitet. In: Lundgren N, Luthman G & Elgstrand K (red) *Människan i arbete*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Rubenowitz S (1991) Arbetsorganisation och ledarskap. In: Lennerlöf L (red) *Människan i arbetslivet. Beteendevetenskaplig arbetsmiljöforskning*. pp 140-157, Stockholm: Allmänna förlaget.
- Stoy DW & Aspen J (1999) Force and repetition measurement of ham boning. *AAHO Journal*, 47(6), 254-260.
- Theorell T, Michélsen H & Nordemar R (1991) Tre arbetsmiljöindex som använts i Stockholmsundersökningen. In: Hagberg M & Hogstedt C (red) *Stockholmsundersökningen 1. Stockholm MUSIC Books 1991*. Pp 150-154, Stockholm: Yrkesmedisinska kliniken, Karolinska sjukhuset.
- Veiersted KB (1994) Sustained muscle tension as a risk factor for trapezius myalgia. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14, 333-339.

- Veiersted KB, Westgaard RH & Andersen P (1993) Electromyographic evaluation of muscular work pattern as a predictor of trapezius myalgia. *Scandinavian Journal of Work Environment Health*, 19.
- Wilson J R (1991) Participation – a framework and a foundation for ergonomics? *Journal of Occupational Psychology*, 64, 67-80.
- Winkel J, Christmasson M, Cyren H, Engström T, Forsman M, Hansson G-Å, Johansson Hanse J, Kadefors R, Mathiassen SE, Medbo L, Möller T, Ohlsson K, Petersson NF, Skerfving S & Sundin A (1999) A Swedish industrial research program 'Co-operative for Optimization of industrial production systems regarding Productivity and Ergonomics' (COPE). *American Journal of Industrial Medicine*, Supplement 1, 82-85.
- .

11. Bilaga

1. Nummer eller namn på
arbetsuppgiften: _____

2. Hur många timmar arbetar du med den här arbetsuppgiften på en normal
vecka? _____

3. Hur länge har du arbetat med den här arbetsuppgiften? _____ dagar _____ veckor
_____ år

4. Jag tycker att möjligheterna att variera mina arbetsställningar och rörelser i den
här arbetsuppgiften är;

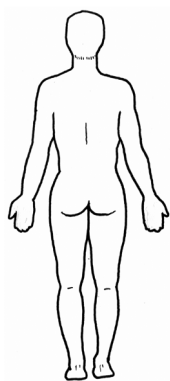
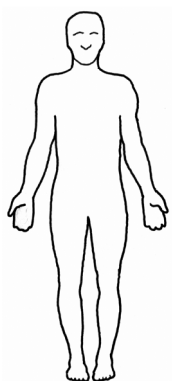
- -----

----- +

Alldeles för dåliga

Mycket goda

5. Om du känner obehag eller påfrestning i någon eller några kroppsdelar då du
arbetar med den här arbetsuppgiften, markera på bilden var på kroppen detta
upplevs?



6. Jag tycker att arbetstempot i den här arbetsuppgiften är;

- ----- + ----- -

Alldeles
för lågt

Lagom

Alldeles
ör högt

Jag tycker att möjligheterna att påverka arbetstempot i den här arbetsuppgiften är;

- ----- +

Alldeles för dåliga

Mycket goda

7. Jag tycker att möjligheterna att själv bestämma hur arbetet ska göras i den här arbetsuppgiften är;

- +

Alldeles för dåliga

Mycket goda

Jag tycker att den här arbetsuppgiften är;

- + -

Alldeles för lätt

Lagom

Alldeles för svår

Jag tycker att den här arbetsuppgiften är;

- +

Alldeles för tråkig

Mycket stimulerande

8 Jag tycker att krångel med komponenterna/produkten vid den här arbetsuppgiften är;

- +

Mycket irriterande

Inte alls irriterande

9 Jag tycker att krångel med verktyg/maskiner eller utrustning vid den här arbetsuppgiften är;

- +

Mycket irriterande

Inte alls irriterande

10. Jag tycker att arbetsmiljön (buller, vibrationer, dålig belysning, kyla, värme eller drag) vid den här arbetsuppgiften är;

- +

Mycket besvärande

Inte alls besvärande

Jag tycker som helhet att den här arbetsuppgiften är;

- +

Mycket dålig

Mycket bra

Kommentarer (åtgärdsförslag m.m.):

Var vänlig kontrollera att du besvarat alla frågor innan du är färdig.
Tack för din medverkan!